平面ディスプレイ（LCD、PDP）に対する マスタモニターとしての要求条件

USER REQUIREMENTS FOR A FLAT PANEL DISPLAY
AS MASTER MONITOR
IN AN HDTV PROGRAMME PRODUCTION ENVIRONMENT

技　術　資　料

ARIB TECHNICAL REPORT

ARIB TR-B28　1.0版

平成18年12月12日　策　　定

社団法人　電　波　産　業　会
Association of Radio Industries and Businesses

ま え が き

社団法人電波産業会は、無線機器製造者、電気通信事業者、放送機器製造者、放送事業者、利用者等の参加を得て、各種の電波利用システムに関する無線設備に標準的な仕様等の基本的な要件を「標準規格」又は「技術資料」として策定している。

技術資料は、国の技術基準と民間の任意基準をとりまとめた標準規格を踏まえて、無線設備、放送設備の適正品質、互換性の確保等を図るため、当該無線設備に関する測定法、運用方法等を民間の規格として具体的に定めたものである。

本技術資料は、平面ディスプレイを番組制作時等にマスタモニターとして使用する場合の要求条件をまとめたもので、策定段階における公正性及び透明性を確保するため、内外無差別に広く無線機器製造者、電気通信事業者、放送機器製造者、放送事業者、利用者等の利害関係者の参加を得た当会の規格会議の総意により策定されたものである。

本技術資料が、無線機器製造者、電気通信事業者、放送機器製造者、放送事業者、利用者等に積極的に活用されることを希望する。

目　次

第１章　一般事項 1
1.1　目的 1
1.2　適用範囲 1
1.3　関連規格類 1
1.4　用語の説明 2
第２章　画質に関するマスタモニターとしての要求条件 7
2.1　ピーク輝度/全白輝度 7
2.2　黒 7
2.3　コントラスト比 7
2.4　ガンマ特性 7
2.5　階調性 8
2.6　色再現域 8
2.7　(白色)色温度 8
2.8　視野角 8
2.9　動画ボヤケ 8
2.10　解像度 8
2.11　ユニフォーミティ 8
2.12　ムラ 8
2.13　スミア 9
2.14　ノイズ 9
2.15　安定性 9
2.16　サイズ 9
2.17　画素欠陥 9
2.18　リンギング 9
2.19　焼き付き（長期残像） 9
第３章　機能に関するマスタモニターとしての要求条件 11
3.1　入力信号形式及びインタフェース 11
3.2　各入力信号に対するディスプレイ上での表示範囲 11
3.3　表示範囲の選択（スキャン選択）（必要度A） 11
3.4　バックライト光量調整（必要度A）（LCDのみに適用） 12
3.5　基準白色（必要度A） 12
3.6　白黒/カラー表示切り替え（必要度A） 12
3.7　遅延時間（必要度A） 12
3.8　アスペクト比に関するラインマーカー表示、シャドウ表示（必要度A） 12
3.9　セーフティゾーンに関するマーカー表示（必要度A） 13
3.10　R, G, B単色選択（必要度A） 13

3.11 ゲイン調整（RGB独立のゲイン調整）（必要度A） 13
3.12 バイアス調整（RGB独立のペデスタル(黒レベル)調整）（必要度A） 13
3.13 ブライトネス調整（RGB共通のペデスタル(黒レベル)調整）（必要度A） 13
3.14 コントラスト調整（RGB共通のゲイン調整）（必要度A） 13
3.15 クロマ調整（色差信号のゲイン調整）（必要度A） 13
3.16 フェーズ調整（色合いの調整）（必要度B） 13
3.17 アパーチャ補正（必要度B） 15
3.18 水平遅延（H-delay）、垂直遅延（V-delay）での表示（必要度B） 15
3.19 ABL機能のON/OFF（PDPのみに適用）（必要度B） 15
3.20 ファイル管理（本体メモリー機能）（必要度B） 15
3.21 リモコン操作（必要度B） 15
3.22 入力信号選択機能（必要度B） 15
3.23 モニター出力（必要度B） 15
3.24 外部同期（必要度B） 15
付　録 17
付録１ LCD画質に関する要求条件の説明及び測定法 17
A1.1 ピーク輝度/全白輝度 17
A1.2 黒 17
A1.3 コントラスト比 18
A1.4 ガンマ特性 18
A1.5 階調性 19
A1.6 色再現域 19
A1.7 (白色)色温度 19
A1.8 視野角 20
A1.9 動画ボヤケ 20
A1.10 解像度 21
A1.11 ユニフォーミティ 21
A1.12 ムラ 21
A1.13 縦方向、横方向のクロストーク 21
A1.14 ノイズ 22
A1.15 安定性 22
A1.16 サイズ 22
A1.17 画素欠陥 23
A1.18 リンギング 23
A1.19 焼き付き（長期残像） 23
付録２ PDP画質に関する要求条件の説明及び測定法 25
A2.1 ピーク輝度/全白輝度 25
A2.2 黒 26
A2.3 コントラスト比 26

A2.4 ガンマ特性 26
A2.5 階調性 26
A2.6 色再現域 26
A2.7 (白色)色温度 27
A2.8 視野角 27
A2.9 動画ボヤケ 27
A2.10 解像度 27
A2.11 ユニフォーミティ 27
A2.12 ムラ 27
A2.13 イメージストリーキング 27
A2.14 ノイズ 28
A2.15 安定性 28
A2.16 サイズ 28
A2.17 画素欠陥 28
A2.18 リンギング 29
A2.19 焼き付き（長期残像） 29
付録３ LCDに関する補足説明 31
A3.1 入力電圧に対する出力光の特性（ガンマ特性） 31
A3.2 黒の再現性 31
A3.3 最大輝度 31
A3.4 輝度調節 31
A3.5 コントラスト比 31
A3.6 前面カラーフィルタ特性を含めた３原色色度 31
A3.7 色温度 32
A3.8 白の均一性 32
A3.9 バックライト 32
A3.10 動画ボヤケ（残光特性） 32
A3.11 視野角 32
A3.12 画素 33
A3.13 画素ピッチ 33
A3.14 解像度 33
A3.15 マルチフォーマット対応 33
A3.16 遅延 33
A3.17 寿命 34
A3.18 磁界による影響 34
A3.19 焼き付き 34
A3.20 液晶モード 34
A3.21 ディザ階調 35
A3.22 フレームレートコントロール（FRC） 35

付録４　PDPに関する補足説明 37
A4.1　入力電圧に対する出力光の特性（ガンマ特性） 37
A4.2　黒の再現性 37
A4.3　白の特性 37
A4.4　輝度調節 37
A4.5　コントラスト比 37
A4.6　３原色色度 37
A4.7　残光特性 38
A4.8　(白色)色温度 38
A4.9　白の均一性 38
A4.10　画素 38
A4.11　画素ピッチ 38
A4.12　解像度 38
A4.13　マルチフォーマット対応 38
A4.14　遅延 38
A4.15　インタレース表示 38
A4.16　寿命 39
A4.17　磁界による影響 39
A4.18　焼き付き 39
A4.19　ディザ階調 39
付録５　マスタモニターに装備されると便利な機能 41
A5.1　ワイヤレスリモコン 41
A5.2　拡大表示モード 41
A5.3　ファイル管理（外部メモリー機能） 41
A5.4　ディスプレイの表面保護 41
A5.5　内蔵テスト信号 41
A5.6　WFM/VSC表示 42
A5.7　デジタル信号エラー表示 42
A5.8　Embedded Audioレベルの画面表示 42
A5.9　内蔵スピーカー 42
付録６　CRTマスモニとLCD-TVとの比較測定実験の結果報告 43
A6.1　目的 43
A6.2　測定項目 43
A6.3　測定したディスプレイの機種 43
A6.4　使用した主な機器およびその提供会社 43
A6.5　測定方法および結果 44
A6.5.1　全白輝度(ピーク輝度)、黒の輝度、コントラスト比 44
A6.5.2　３原色色度点 44

A6.5.3 ガンマ特性 45
A6.5.4 視野角（色相変化） 45
A6.5.5 視野角（輝度変化） 45
A6.5.6 ユニフォーミティ 46
A6.5.7 クロストーク（スミア） 46
A6.5.8 MPRT (Moving Picture Response Time) 46
A6.5.9 遅延時間 47
付録７　CRTマスモニとLCD-TVとの比較主観評価試験結果報告 59
A7.1 目的 59
A7.2 概要 59
A7.3 実施方法 59
A7.3.1 モニター観視条件 59
A7.3.2 モニターサイズ、型名 59
A7.3.3 主観評価に使用した映像素材 60
A7.3.4 評価方法 60
A7.3.5 モニターの設置状況と評価者の位置 60
A7.3.6 画像の提示方法 60
A7.3.7 評価尺度 60
A7.3.8 評定者数 63
A7.3.9 解析の手法 63
A7.4 主観評価結果 63
A7.5 結果（点数、コメント）の考察 63
A7.6 結論 64
付録８ 様々なテストパターンによるCRTマスタモニターのコントラスト比測定結果 71
A8.1 測定の目的 71
A8.2 測定項目 71
A8.3 測定準備 71
A8.4 測定方法 73
A8.4.1 モニターの調整方法 73
A8.4.2 モニター測定手順 73
A8.4.3 使用環境の測定 74
A8.4.4 主な測定器、信号発生器類 74
A8.5 測定結果 74
参考資料１　測定における方位角、角度の説明図 77
参考資料２　画質に関する要求条件の各項目に対する測定器例 78
参考資料３　検討の背景と経緯 79

第１章　一般事項

1.1 目的

本技術資料は、Rec. ITU-R BT 709 で規定された方式によって番組制作等を行う際にマスタモニターとして平面ディスプレイ（以下、FPD と表記する）を使用する場合の要求条件を定める。

1.2 適用範囲

本技術資料は、Rec. ITU-R BT 709 で規定された方式によって番組制作等を行う際にマスタモニターとして使用される FPD に適用する。

1.3 関連規格類

・ARIB BTA S-001B 「1125/60 高精細度テレビジョン方式スタジオ規格」

・ARIB BTA S-002B 「1125/60 方式 HDTV 映像信号の符号化とビット並列インタフェース規格」

・ARIB BTA S-004B 「1125/60 方式 HDTV 信号のビット直列インタフェース規格」

・Rec. ITU-R BT 709-5　Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange

・Rec. ITU-R BT 814-1　Specifications and alignment procedures for setting of brightness and contrast of displays

・Rec. ITU-R BT 815-1　Specification of a signal for measurement of the contrast ratio of displays

・Rec. ITU-R BT 1120-6　Digital interfaces for HDTV studio signals

・Rec. ITU-R BT 470-7　Conventional analogue television systems

・Rec. ITU-R BT 1543　1280 x 720, 16 x 9 progressively-captured image format for production and international programme exchange in the 60 Hz environment

・SMPTE 292M　Bit-Serial Digital Interface for High-Definition Television Systems

・SMPTE 259M　10-Bit 4:2:2 Component and 4fsc Composite Digital Signals --- Serial Digital Interface

・SMPTE 294M　720 x 483 Active Line at 59.94-Hz Progressive Scan Production --- Bit-Serial Interfaces

・SMPTE 424M　3 Gb/s Signal/Data Serial Interface

1.4 用語の説明

本技術資料の中で用いられる用語を以下に示す。

(1) マスタモニター

放送局などで使用されるモニターの中で、輝度、色再現、圧縮・伝送等によって発生した劣化の有無など映像に対する最終的な画質管理を行う測定器と位置付けられているモニターである。映像制作者は、マスタモニターの色温度、明るさ、解像度などを常に正確に調整し、一定の条件下で映像品質の管理を厳密に行うことが求められており、そのため、マスタモニターは、美しく表示することよりも、モニターへの入力信号を正確に表示することが重要視される。

(2) 3 原色色度点

Rec. ITU-R BT 709、SMPTE274M、Rec. ITU-R BT 470 システム B, G (以下 EBU), システム M (以下 NTSC) などは番組制作および国際番組交換のためのスタジオ規格であり、ここに定められた 3 原色色度は制作機器に対するものであるが、カメラが想定する受像機における 3 原色色度として位置付けられる。色度図上の 3 原色色度点を結んだ三角形により色再現域を示すが、モニターの色再現域の三角形が NTSC 規格の三角形に対し、面積比で何%という表現をすることもあり、例えば NTSC 比 95%のように書かれる。ただし、面積的には 100%でも 3 原色色度点が異なっていることもあり、この点に注意が必要である。

LCD や PDP では、CRT では残光特性や輝度などの問題で表示できなかった広い色再現域が可能であるが、カメラ側の特性が変わらずに受像器の色再現域を拡げると偽の色を表示することになる。

表 1.1　3 原色色度点（Rec. ITU-R BT 709 より引用）

Chromaticity coordinates (CIE, 1931)	*x*	*y*
Primary		
– Red (R)	0.640	0.330
– Green (G)	0.300	0.600
– Blue (B)	0.150	0.060

(3) 色温度

光源の色を光源色といい、色順応により無色と感じられる範囲を白色光源という。白色光源の色具合の表し方として色温度が使われており、現実には存在しない黒体という物質を仮定し、ある温度により発光する色が同じとき、その絶対温度をその光源の色温度という。

D65 は D 光源として定められている 6,504K の色温度のことであり、また D93 は 9,305K の色温度で、日本におけるモニターの基準白色として使用されている。D は Daylight の略であり、自然光に近い。

(4) 基準白色

日本における525系の運用においてはD93を基準としてきた。規格上の基準白色は、Rec. ITU-R BT 709、SMPTE274M ともD65となっているが、現在、同一空間内に525系と1125系とが混在して番組制作が行われており、同じ環境下での運用においてはモニターの色温度が統一されていることが望ましい。また、カメラ調整はグレースケールチャートで行われるため、カメラ出力はモニターの色温度に影響されることなく一定である。

(5) 輝度

画面表面の外光反射などを含まない、単位面積あたりの明るさで、単位は cd/m² である。LCDでは、所定の駆動信号を印加したときに表示できる明るさで、バックライトの明るさ、パネルやカラーフィルタの光透過率などによって決定される。見る角度によっても変わるので、(正面から測定した)最大輝度を示すことが多い。

(6) ガンマ特性

CRT モニターにおける入力信号電圧(V)と光出力(L)の関係はモニターガンマといわれ、入出力カーブは、V, L が正規化されている場合、おおよそ $L=V^{2.2}$ の関係があり、モニターガンマ値は2.2 であると表現されることが多い。モニターガンマの特性を考慮し、受信機側の負担を軽減するためにその補正を送像側でおこなうのがカメラガンマであり、カメラ側の入力光(L)とカメラの出力信号電圧(V)との関係は、モニターガンマの逆特性である 0.45 (1/2.2)乗になっている。ただし、立ち上がり部分は、4.5 倍に規定されている。

表 1.2　光電変換特性（Rec. ITU-R BT 709 より引用）

Overall opto-electronic transfer characteristics at source	$V = 1.099\ L^{0.45} - 0.099$ for $1 \geq L \geq 0.018$ $V = 4.500\ L$ for $0.018 > L \geq 0$ where: L： luminance of the image $0 \leq L \leq 1$ V： corresponding electrical signal

(7) コントラスト比

画面表面の外光反射などを含まない、黒表示部(黒信号(0%)を入力)と白表示部(白信号(100%)を入力)の輝度比で、一般に画面正面で測定した最大コントラスト比の値を記載する。例えば、黒信号部分の輝度が 0.01cd/m²、白信号部分の輝度が 100cd/m² のときには、コントラスト比は10000:1 となる。

黒信号の中に白 100%のウィンドウパターンを入力し、白部分と黒部分のそれぞれの輝度を測定する場合、平均信号レベルが約 50%になるように 50%グレー信号の中に白 100%と黒のウィンドウパターンを入力して白部分と黒部分のそれぞれの輝度を測定する場合、全白表示と全黒表示における輝度を測定する場合など、いろいろなテスト信号がある。LCD ではどの場合でも殆ど変わらないが、ABL 機能が働く PDP では白の輝度が高くなるウィンドウパターンにより測定するのが一般的である。なお、CRT ではテスト信号により、ブラウン管内部や表面ガラスにおける光

の反射や屈折によって測定される黒の輝度が大きく異なり、結果的にコントラスト比の値も大きく異なる。

モニターの周囲環境が暗い場合（副調整室などで見る環境）と明るい場合（通常の家庭で見る環境）では周辺光の影響によりモニターの黒部分の輝度は異なることから、周囲環境が暗い場合のコントラスト比を暗所コントラスト、明るい場合のコントラスト比を明所コントラストと呼んでいる。

(8) 視野角

視野角には、正面から測定したコントラスト比の 1/10 以上を確保できる範囲(角度)であるとするものと、10:1 以上のコントラスト比が確保できる角度であるとする 2 つの「定義」がある。画面正面から測った角度範囲で、垂直±XX 度・水平±YY 度、上 XX 度・下 YY 度、左 ZZ 度・右 WW 度と表現するが、垂直方向 AAA 度、水平方向 BBB 度(例：175 度)という表現もある。

TN 液晶では､屈折率異方性やねじり配向などにより画面を見る角度によって見え方が大きく変化したため、このような指標が意味を持ったが、IPS 方式等新たな液晶タイプが開発され、視野角は広がり、どちらの定義に従っても、垂直・水平方向とも 180 度に近い数字となっていて、性能を表現する指標としては意味がなくなっており、本書では視野角に対して新たな条件を設定している。

(9) ABL（Automatic Brightness Limiter）

PDP において、過大入力時、消費電力を抑えるため（CRT では高圧回路保護のため）輝度の制限を行う機能である。大面積の高いレベルの信号が入力された場合、PDP では小面積での輝度よりも低くなるが､LCD ではバックライトの光量を通過･遮蔽することにより輝度を制御するので、面積の大小にかかわらず信号レベルに応じた輝度が出る。

(10) 解像度

像が分離して見える度合いを解像度という。白黒交互の垂直線あるいは水平線何本までが画面に再現されるかで解像度を表し、白黒それぞれを一本と数える。マトリックスディスプレイの場合、ドット(サブピクセル)単位でアドレッシングが可能なため、一般的には、解像度と画素数は一致する。表示領域内に表示される画素の数に関する表記法としては、

○○○○ X △△△△ 画素（○○○○：水平方向の画素数、△△△△：垂直方向の画素数）

のように、水平方向の画素数を先に記載するのが一般的である。

(11) ムラ

ムラは、ディスプレイに一様なグレー信号を入力したときに、画素が規則正しく配列しているディスプレイ表面に発生する不均一な表示を意味する。ムラは、比較的明るさのレベル差が少なく、輝度が一様でないある一定の範囲として現れる。ムラの発生は、液晶の物理的な変化に起因する。たとえば、LCD ディスプレイにおいて、液晶物質自体が不均一な場合や、液晶内の不純物が不均一に分布している場合に発生する。ムラは、CRT、PDP やそれ以外のディスプレイ装置でも発生する。

(12) 誤差拡散法

ディスプレイに画像を表示する場合、PDP などデジタル的に階調表現を行う方式では、表示の量子化ビット数が十分でないと表示画像に偽輪郭が発生することがある。この偽輪郭を軽減するために、少ない表示量子化ビット数を等価的に多くする手法があり、例えば１枚のフレーム内で注目する画素の周辺に、入力信号の下位ビットを白黒の面積比で割り当てる方法(ディザ法)や、注目する画素の入力信号下位ビットの処理によって生じた誤差を周囲画素へ割り振り、全体としての誤差を最小にする方法(誤差拡散法)、注目する画素を時間軸上の数フレーム(例えば４フレーム)に渡って表示階調を切り替えることにより細かい階調を表現する方法(FRC)がある。一般に、ディザ法・誤差拡散法では空間的な解像度が低下し、FRC では時間的に変化するノイズ成分が増加する。

(13) 応答時間（応答速度）

液晶パネルモジュールにステップ状の入力が印加されたときに、画面の表示が所要の輝度に達するまでの時間をいう。液晶の場合、白から黒へ遷移する場合と黒から白へ遷移する場合で、遷移に要する時間が異なるので、両者の和をもって応答時間という場合もある。一般的には、最小輝度（黒）と最大輝度（白）の間の遷移で、10%から 90%へ変化する時間と逆の 90%から 10%へ変化する時間を計測し、ライズタイム(Tr)、フォールタイム(Tf)と呼んでいる。応答時間として、Tr は○○msec 以下、Tf は△△msec 以下と表示する場合、Tr と Tf の合計値で応答時間は□□msec 以下というように表示する場合に加えて、Tr と Tf の平均値で表示する場合や Tr と Tf のどちらか小さい方で表示する場合などもある。この他に、オン応答時間(Ton)、オフ応答時間(Toff)という言葉もあり、応答時間の表示に関して統一された方法がないと言える。

(14) 遅延時間（映像表示のかかる時間）

モニターに映像信号が入力されてから、この信号に対応する画面が表示されるまでの時間をいう。CRT の場合はビーム走査により表示をするから遅延時間はほぼゼロであるが、FPD の場合は、一般的に I/P（飛び越し走査/順次走査）変換、スケーリング処理などの信号処理を行うので、1 フレーム以上の遅延を伴う場合が多い。

(15) 液晶デバイスの長期残像

液晶内に存在するイオン性の不純物が、長時間の局所的な電圧印加でパネル内面に固定されることにより発生する現象。固定されたイオン性不純物は微小な電圧を持っているため、印加電圧解放後も表示像が残る。異なるパターンの表示を行い、イオン性物質をパネル内に分散させることで解消される。

＜余白＞

第２章　画質に関するマスタモニターとしての要求条件

2.1　ピーク輝度/全白輝度

・Y レベル 940（白 100%）の信号を入力した時、輝度が 100～250cd/m² のどの輝度レベルにも設定できるように調整可能なこと。

・Yレベル 64（黒）から 1019（白 109%）までの信号を入力した時、それぞれのレベルで階調を表現できること。100%から 109%においても、Rec. ITU-R BT 709 で規定された γ＝0.45 の逆特性である 1/γ 乗(約 2.2 乗)に従っていること。[1]

・色温度 D93、D65 のいずれにおいても上記の条件を満たすこと。

・ABL(Automatic Brightness Limiter)機能はなるべく働かないこと。（PDP のみに適用）

2.2　黒

・Y レベル 64（黒）の信号を入力した時、輝度が 0.01 cd/m² 以下であること。
ただし、Rec. ITU-R BT 814-1 で規定された PLUGE 信号を用いて調整された状態で測定すること。LCD の場合、バックライトコントロールは行わないものとする。

2.3　コントラスト比

・350：1 以上であること。
ただし、ここでコントラスト比とは、Rec. ITU-R BT 814-1 で規定された PLUGE 信号により、黒レベルを調整し、かつ 100%白の輝度が 100cd/m² になるように調整された状態において、Rec. ITU-R BT 815-1 で規定されたコントラスト比測定用信号を用いて、100%白部分の輝度と黒部分の輝度の測定値の比として定義している。

2.4　ガンマ特性

・Rec. ITU-R BT 709 で規定された γ 特性の逆特性に従っていること。
ただし、正面方向だけでなく、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±45°の範囲の方向から測定したガンマ特性が Rec. ITU-R BT 709 で規定された γ 特性の逆特性に従っていること。
白 100%～109%においても Rec. ITU-R BT 709 で規定された γ 特性の逆特性に従っていること。

・R, G, B の各特性が一致していること。（R, G, B 各信号のレベル 940 入力時の輝度を 1 として正規化し、R, G, B それぞれの特性を比較する。）

1: 10ビット表示では、白ピーク(白 100%)はレベル 940、映像データの最大はレベル 1019、黒はレベル 64 であることから、このレベル 1019 という値は次のように計算して 109%になる。(1019－64)/(940－64)＝1.090　これを「白 109%」と呼ぶことにする。
白 100%の画面輝度を 1.00 とすると白 109%での画面輝度は 1/γ(＝約 2.2)乗に従って約 1.21 となる。

2.5 階調性

・R, G, Bそれぞれの階調が 10bit以上であること。[2, 3]

2.6 色再現域

・Rec. ITU-R BT 709 に規定される 3 原色色度点、輝度方程式に一致する信号が入力された場合、FPD の持つ色再現域にかかわらず Rec. ITU-R BT 709 で規定された値で表示すること。

2.7 (白色)色温度

・D65、D93 のどちらも表示できること。[4]

・信号レベルによって色温度が変動しないこと。

2.8 視野角

・FPD の画面中心から垂直に立てた軸から±45°の範囲のいかなる方向から見たとき、画面の一部でも色の変化、輝度の変化が検知されないこと。

・数値上の目安として、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±45°の範囲の方向から測定した色相の変化分 Δu', Δv'が 0.01 以下であること。

・数値上の目安として、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±30°の範囲の方向から測定した輝度は垂直軸の方向から測定した輝度の 90%以上、±45°～±30°の範囲の方向から測定した輝度は 80%以上であること。

2.9 動画ボヤケ

・動画ボヤケが CRT と同程度であること、もしくは検知されない範囲であること。

2.10 解像度

・R, G, B それぞれの映像表示領域は 1920 x 1080 であること。

2.11 ユニフォーミティ

・輝度信号レベルごとに画面全体にわたって測定された各測定点での輝度値に対して、
(最大値－最小値)／平均値≦0.10 を満足すること。

2.12 ムラ

・再現された輝度および色度にかかわらず、ムラが検知されないこと。

2: FRC(Frame Rate Control、4 フレーム内で 8 ビット系の 1 LSB 分だけ輝度を変化させることにより、10 ビットデータの LSB 側の 2 ビット分の輝度成分(0.00, 0.25, 0.50, 0.75)を 4 フレームの平均輝度として表示する技術)を用いた 10 ビットの階調性ではなく、1 つのフレームにおいて 10 ビットの階調性を確保すること。

3: 10 ビットの解釈として、レベル 64～1019 をそのまま扱えば良く、この間の 956 レベルを改めて 1024 に分割して扱うことを求めるものではない。

4: どちらかの色温度を中心に設計すると、光源は共通なので、もう一方の色温度は信号処理により実現することで、10 ビット精度を確保できない場合、どちらの色温度を中心にするかは設計上の自由とする。

2.13 スミア[5]

・センター付近に Y レベル 64（黒）または 940（白）の矩形(大きさは付録 A1.13 および A2.13 を参照のこと)を持ち、その周囲にグレー領域(グレーレベルは付録 A1.13 および A2.13 を参照のこと)を持つ信号を入力したとき、グレー領域での矩形に対する水平方向、垂直方向の帯状の部分とそれ以外のグレー部分で輝度の違いが検知できないこと。

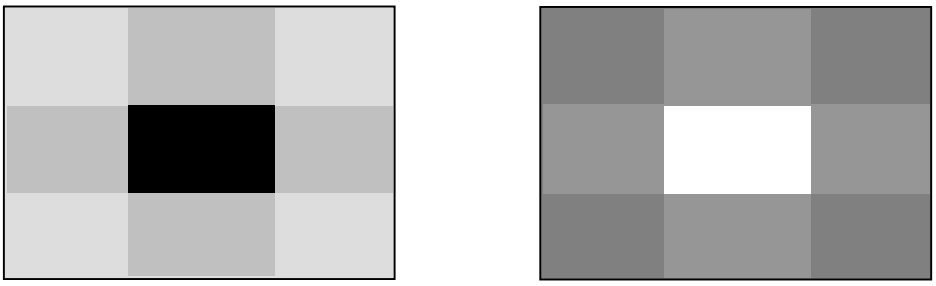


図 2.1　スミア測定信号

2.14 ノイズ

・誤差拡散によるノイズが目立たないこと。

・疑似輪郭が目立たないこと。(PDP のみに適用)

2.15 安定性

・電源投入後 30 分以上経過したら画質に影響する要素の時間変動は気付かない範囲であること。

2.16 サイズ

・サイズの選択はメーカ、ユーザの自由裁量であるが、アスペクト比 16:9 で 18～32 インチが適当である。

2.17 画素欠陥

・極力ないこと。

・連結欠陥は絶対にないこと。

2.18 リンギング

・CRT と同程度であること。

2.19 焼き付き（長期残像）

・CRT と同程度であること。

5: スミアは、厳密には CCD を用いた撮像機器で、太陽や夜間における明るい照明など、強い光源が含まれる映像を撮った際に、垂直方向に筋が発生する現象を指すが、CRT モニターでも輝度が大きく異なる部分の水平・垂直方向に輝度差のある帯が発生するとスミアと呼ぶことが多い。同様の現象を LCD では縦・横方向のクロストーク、PDP ではイメージストリーキングと呼ばれており、ディスプレイ上の一部の表示データが他の部分の表示に影響を与える現象で、周辺に比べて輝度の高い部分または低い部分が矩形の水平方向または垂直方向に帯状に見えることがある。

＜余白＞

第３章　機能に関するマスタモニターとしての要求条件

平面ディスプレイをマスタモニターとして使用するにあたり、画質面だけでなく機能面においてもユーザの求める条件を明確にしておくことにより、実際に使用する番組制作者が求めている「商品」の設計に役立つと考え、以下に機能に関するマスタモニターとしての要求条件を列挙する。ここで必要度に応じて、必要度 A と必要度 B を記載している。必要度 A は必須の機能、必要度 B は装備が望ましい機能である。それ以外に、要求条件には含めなかったが、装備されていると便利であるとの意見があった機能を付録５に列挙してあるので参考にされたい。

3.1　入力信号形式及びインタフェース

入力信号の標準として HD-SDI 1080/59.94i があること。（必要度 A）それ以外はオプションとする。（SDI D1/D2、HD-SDI を自動認識する I/F が標準になりつつあるので、そちらのモデルが望ましい。）

表 3.1　FPD の入力インタフェースが対応すべき信号形式の優先度

	必要度	A	B				
必要度	信号形式	HD-SDI SMPTE 292M	SDI SMPTE 259M(*1)	SDI SMPTE 294M	アナログ $Y/P_B/P_R$	アナログ RGB	アナログ コンポジット
A	1080/59.94i	○			○	○	
B	1080/59.94p	○(424M)			○	○	
	1080/50i	○			○	○	
	1080/30p	○					
	1080/29.97p	○					
	1080/24p	○					
	1080/23.98p	○					
	720/59.94p	○			○	○	
	480/59.94p			○	○	○	
	480/59.94i		○		○	○	○

(*1) コンポーネント信号、コンポジット信号の両方

3.2　各入力信号に対するディスプレイ上での表示範囲

・入力信号がアスペクト比 16:9 の場合、入力信号フォーマットにかかわらず、ディスプレイの有効表示領域 1920 x 1080 全体を用いて、各入力信号の有効映像領域すべてを表示（Normal 表示）する。
・入力信号がアスペクト比 4:3 の場合、ディスプレイの中央部の 1440 x 1080 の範囲に表示する。

3.3　表示範囲の選択（スキャン選択）（必要度 A）

・Normal (100%)では、ディスプレイの有効表示領域すべてを用いて入力信号の全有効映像領域を表示すること。
・Over (105%)／Under (95%)の表示形式はオプションとする。

(Over／Under 表示ではディスプレイの表示領域が 1920 x 1080 でもスケーリング処理を行うため、できるだけ入力信号本来の映像を確認するというマスタモニターの役割を考慮すれば、このような表示形式での使用は避ける方が望ましい。)

・Over 表示を簡易的に実現する方法として、Normal として表示させた映像の外側に 5%分の黒枠を重ねても良い。

3.4 バックライト光量調整（必要度 A）（LCD のみに適用）

・手動による細かく段階的なバックライト光量の変更およびプリセット値への切り替えが可能であること。プリセット値は変更可能であること。

・Y レベル 940（白 100%）の信号を入力した時、輝度が 100～250cd/m² のどの輝度レベルにも設定できるように調整可能なこと。(LCD の場合、階調性を確保するために、信号処理による輝度調整ではなく、バックライトによる輝度の調整を行うことが必要である。)

3.5 基準白色（必要度 A）

・D65、D93 のどちらも選択できること。

・基準白色として D65 および D93 に設定できるデータを本体に内蔵し、必要に応じて読み出しが可能であること。このデータは書き換えられないこと。

・ユーザが上記の設定値から微調整することができ、微調整後のデータを保存できること。

3.6 白黒/カラー表示切り替え（必要度 A）

・SDI 信号、アナログ信号を問わず、Y, C_B, C_R（Y, P_B, P_R）形式あるいはコンポジット形式で入力された場合、Y 信号のみの表示（白黒の表示）ができること。(RGB 形式で入力された場合は白黒の表示はできなくても良い。)

・ボタンを押下するごとに白黒とカラーの表示切り替えがショック（ブラックアウト）なしに行えること。(カメラの調整時に必要な機能である。)

・C_B, C_R レベル 512 の信号または P_B, P_R レベル 0mV の信号を入力した時、白黒とカラーの表示切り替えを行っても表示される色が変わらないこと。

3.7 遅延時間（必要度 A）

・低遅延表示モードと通常表示モードの 2 種類あること。

・低遅延表示モードでは、番組制作におけるスイッチングや編集における制作者が求めるタイミング精度、TVスタジオ副調整室において、小さいリップシンク誤差が望まれていることを考慮すると数H程度(H：1 ラインあたりの時間)の遅延時間内で表示されること [6]。

3.8 アスペクト比に関するラインマーカー表示、シャドウ表示（必要度 A）

・14:9, 13:9, 4:3 の位置を表示するラインを表示できることおよびラインの色を設定できること。境界となるサンプル番号は図 3.1 に示すとおりであること。

6:ここで遅延時間とは信号がディスプレイの入力信号端子に入力されてからディスプレイに表示されるまでの時間を意味する。
低遅延表示モードが数 H 程度の遅延での表示を実現するため、例えば次のような方法が考えられる。
・1080i信号の実映像の次のラインを黒の映像として擬似的な順次走査信号を生成し、表示する。(液晶パネルには不向きな処理)
・入力信号の 1 ラインの映像データで FPD の 2 ラインずつ表示する。但し、第 1 フィールドは FPD の第 1 ラインから 2 ラインずつ表示し、第 2 フィールドでは FPD の第 2 ラインから 2 ラインずつ表示する(第 2 フィールドの最終有効ラインの映像は 1 ラインだけの表示となる)。

・14:9, 13:9, 4:3 の外側部分をシャドウ表示できることおよびシャドウ部分の輝度を設定できること。(ブラック、ハーフグレー等)境界となるサンプル番号は図 3.1 に示すとおりであること。

3.9 セーフティゾーンに関するマーカー表示（必要度 A）

・図 3.2 に示すように、フル画面表示に対するセーフティゾーンのマーカー表示ができること。セーフティゾーンのマーカー位置はユーザが 80%～100%まで 1%刻みに変更可能で、%表示が画面に表示されること。
・14:9, 13:9, 4:3 の信号を表示する場合、実表示部分に対して 80%～100%まで 1%刻みに変更可能で、%表示が画面に表示されること。

3.10 R, G, B 単色選択（必要度 A）

・R, G, B ボタン等への切り替え動作により、それぞれの単色の表示を ON/OFF ができること。
また、任意の 2 色を組み合わせて表示でき、3 色組み合わせると通常のカラー表示になること。

3.11 ゲイン調整（RGB 独立のゲイン調整）（必要度 A）

・R, G, B に対するゲイン調整がそれぞれ単独で行えること。

3.12 バイアス調整（RGB 独立のペデスタル(黒レベル)調整）（必要度 A）

・R, G, B 調整がそれぞれ単独で行えること。

3.13 ブライトネス調整（RGB 共通のペデスタル(黒レベル)調整）（必要度 A）

・手動による値の変更およびプリセット値への切り替えが可能であること。プリセット値は変更可能であること。
・調整時において、ブライトネス調整機能を用いることにより Y レベル 4－63（0mV 以下のアナログ信号に相当）の信号を識別可能なように表示できること。
(注： 通常の表示状態において Y レベル 4－64 の信号は識別できないことが正しい状態である。)

3.14 コントラスト調整（RGB 共通のゲイン調整）（必要度 A）

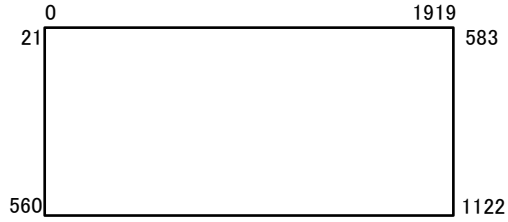
・手動による値の変更およびプリセット値への切り替えが可能であること。プリセット値は変更可能であること。

3.15 クロマ調整（色差信号のゲイン調整）（必要度 A）

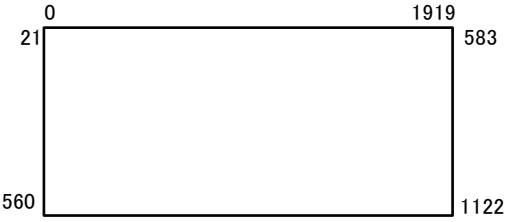
・手動による値の変更およびプリセット値への切り替えが可能であること。プリセット値は変更可能であること。
・主にカメラ調整時の用途として、通常使用における設定値よりも 12dB 以上増加させて、クロマ成分を強調することができること。

3.16 フェーズ調整（色合いの調整）（必要度 B）

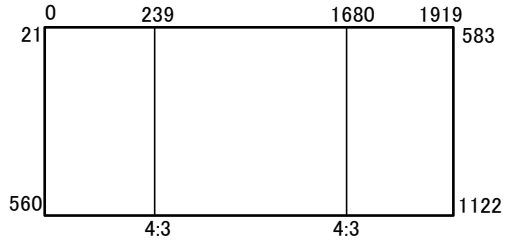
・手動による値の変更およびプリセット値への切り替えが可能であること。プリセット値は変更可能であること。
(注：NTSC 入力端子を持たないディスプレイにおいては必須な機能ではないと考えられるが、HD-SDI 信号入力の場合でも微調整用に必要であるとするユーザがいる。)



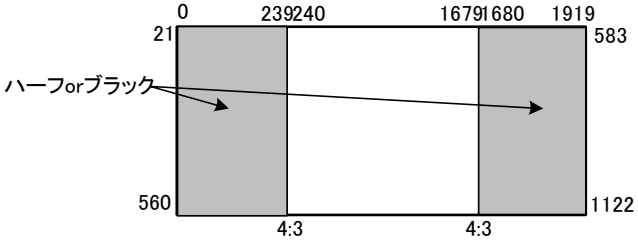
16:9表示



16:9表示

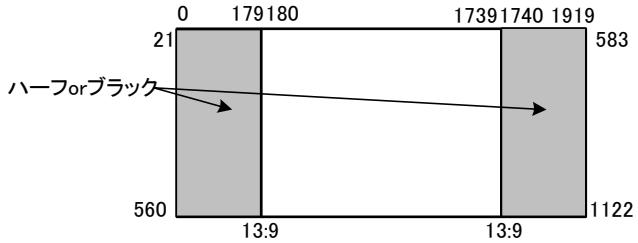


4:3ラインマーカー表示

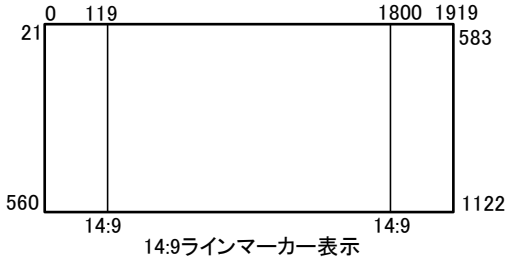


4:3シャドウ表示

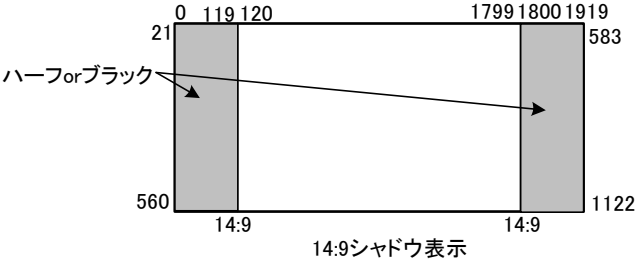
13:9ラインマーカー表示



13:9シャドウ表示



14:9ラインマーカー表示

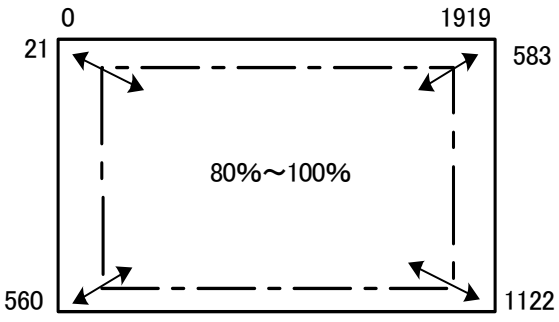


14:9シャドウ表示

画面の内側の数値はマーカー位置のサンプル番号を示している（幅：1画素分）。マーカーを太く表示する場合はこの位置よりも画面の外側に太くすること。

グレー部分の両端の数値はシャドウ表示になる範囲のサンプル番号を示しており、白い部分の数値は実映像が表示される範囲のサンプル番号を示している。

図 3.1　ラインマーカー表示、シャドウ表示における境界位置



16:9ディスプレイでのセーフティゾーン表示

図 3.2　セーフティゾーンの表示範囲(80～100%)

3.17 アパーチャ補正（必要度 B）

・ボタン等への切り替え動作により、アパーチャ補正（輪郭等の高域周波数成分の強調）の ON/OFF が可能であること、かつアパーチャ補正量を可変できること。
・標準設定は OFF とすること。

3.18 水平遅延（H-delay）、垂直遅延（V-delay）での表示（必要度 B）

・水平遅延機能を ON にすると画像が水平方向に移動し、画面の左から約 3/8 の位置に水平同期信号を表示すること、このとき画像の明るさ（輝度）が自動的に増加し、同期部分を見やすくすること。
・垂直遅延機能を ON にすると画像が垂直方向に移動し、画面のほぼ中央に垂直同期信号を表示できること、このとき画像の明るさ（輝度）が自動的に増加し、ブランキング部分を見やすくすること。
・水平、垂直ブランキング期間部分の表示においては、スケーリング処理を行わずに表示すること。
（注：ブランキング期間の多重データや同期信号部分を確認する際、スケーリング処理に伴う信号処理があると本来のレベルと異なって表示されるため、映像とブランキング部分の表示は別々に扱うべきである。）

3.19 ABL 機能の ON/OFF（PDP のみに適用）（必要度 B）

・PDP では一般的に ABL（Automatic Brightness Limiter）機能が働くように設計されているが、この機能を OFF にして表示できること。

3.20 ファイル管理（本体メモリー機能）（必要度 B）

・すべての調整項目に対する設定状態を 1 つのファイルとして本体メモリーに保存できること、およびそのデータを読み出せること。
・ファイルには名前が付けられるものとし、少なくとも 3 個以上保存できるものとする。

3.21 リモコン操作（必要度 B）

・本体から離れた位置からリモコン操作によって、調整機能、切り替え機能、マーカー表示機能、データ保存機能など基本的に本体が持つすべての機能に対して制御できること。また、ファイルへのメモリー登録もできること。
・制御ケーブルによりディスプレイ本体に接続するリモコンにより操作することを基本とする。

3.22 入力信号選択機能（必要度 B）

・複数の入力スロットを有し、入力信号のスロット番号および入力チャンネルの選択ができること。

3.23 モニター出力（必要度 B）

・SDI 信号に関しては、スロットごとに SDI 入力信号のアクティブスルー出力端子があり、選択され、ディスプレイに表示されている入力信号を自動的に切り替えて出力すること。
・アナログ信号に関しては、終端もしくはスルー出力を選択できること。

3.24 外部同期（必要度 B）

・ボタン等への切り替え動作により、外部同期と表示する入力信号に含まれる同期（内部同期）を切り替えられること。

＜余白＞

付　　録

付録１　　LCD 画質に関する要求条件の説明及び測定法

以下の要求条件は、LCD の電源投入後、時間変動が収まる 30 分以上経過した後に、暗室において測定が行われることを前提として設定されたものである。暗室での測定条件が設定された理由は、実際にマスタモニターとして使用される副調整室はかなり暗い状態であること、周囲の明暗の差による影響を受けず、測定における安定性を確保できることである。なお、信号レベルに関しては Rec. ITU-R BT 709 に記載されている 10 ビット表現でのレベル値を用いて示す。測定の際、入力信号としてデジタル信号を用いる方がアナログ信号よりもレベルに誤差が含まれない点で望ましいが、測定項目によっては厳密なレベルを必要としない場合もあり、以下に記載する「信号」とは「指定したレベルのデジタル信号およびこれに相当するアナログ信号」を意味するものとする。また、測定器は参考例として示したものであり、特定のものを推奨するものではない。ただし、測定器の選定にあたっては、測定原理により、精度(測定データに含まれる誤差、測定限界値等)に差があることに注意すること。測定方法はセンサー部分のタイプ（非接触型、接触型（プローブ））によって異なるが、それぞれの説明書の指示に従うものとする。

A1.1 ピーク輝度/全白輝度

要求条件

- Y レベル 940（白 100%）の信号を入力した時、輝度が 100～250cd/m^2 のどの輝度レベルにも設定できるように調整可能なこと。
- Yレベル 64（黒）から 1019（白 109%）までの信号を入力した時、それぞれのレベルで階調を表現できること。100%から 109%においても、Rec. ITU-R BT 709 で規定されたγ＝0.45 の逆特性である 1/γ乗(約 2.2 乗)に従っていること。[7]
- 色温度 D93、D65 のいずれにおいても上記の条件を満たすこと。

測定方法

Y レベル 940(白 100%)、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力し、測定器（例：トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A、分光放射計 SR-3、コニカミノルタ製 分光放射輝度計 CS-1000A）を使用して暗室において輝度を測定する。

理由

LCD ではピーク輝度と全白輝度は同じであるので、分けて規定する必要はない。

Y レベル 940、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力した時の輝度をピーク輝度／全白輝度と定義しているが、実際にはレベル 941～1019 も映像データとして使用可能であるため、映像表現上、ピーク輝度／全白輝度以上の輝度に対しても階調性を保って表示できるよう設定されているべきである。

A1.2 黒

要求条件

7: 10ビット表示では、白ピーク(白 100%)はレベル 940、映像データの最大はレベル 1019、黒はレベル 64 であることから、このレベル 1019 という値は次のように計算して 109%になる。(1019-64)/(940-64)＝1.090　これを「白 109%」と呼ぶことにする。
白 100%の画面輝度を 1.00 とすると白 109%での画面輝度は 1/γ(＝約 2.2)乗に従って約 1.21 となる。

・Y レベル 64（黒）の信号を入力した時、輝度が 0.01 cd/m² 以下であること。

測定方法

Y レベル 64（黒）、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力し、測定器（例：トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A）を使用して暗室において輝度を測定する。

調整方法

PLUGE 信号（＋2%、0%、－2%のレベルを含む測定用信号）もしくは ARIB 標準規格 STD-B28 に規定されたマルチフォーマット・カラーバー等を入力し、ディスプレイ上で＋2%と 0%は識別できるが、0%と－2%は識別できないようにブライトネス調整機能およびコントラスト調整機能を用いて調整した状態で測定を行うものとする。

A1.3 コントラスト比

要求条件

・350：1 以上であること。

測定方法

暗室において、Rec. ITU-R BT 815-1 で規定されたコントラスト比測定用信号を入力し、Y レベル 940（白 100%）の部分と Y レベル 64（黒）（ともに C_B, C_R レベル 512）の部分を測定器（例：トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A）を使用してそれぞれの輝度を測定する。ただし、ディスプレイは PLUGE 信号等を用いて調整され、Y レベル 940（白 100%）部分の輝度が 100cd/m² に調整された状態とする。測定中、バックライトの強度(光量)の調整機能は、自動および手動とも動作しないものとする。

A1.4 ガンマ特性

要求条件

・Rec. ITU-R BT 709 で規定された γ 特性の逆特性に従っていること。
ただし、正面方向だけでなく、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±45°の範囲の方向から測定したガンマ特性が Rec. ITU-R BT 709 で規定された γ 特性の逆特性に従っていること。白 100%～109%においても Rec. ITU-R BT 709 で規定された γ 特性の逆特性に従っていること。

・R, G, B の各特性が一致していること。（R, G, B 各信号のレベル 940 入力時の輝度を 1 として正規化し、R, G, B それぞれの特性を比較する。）

測定方法

C_B, C_R レベル 512 で、Y 信号のレベル 64～1019 の間を 16～32 分割するレベルを選択し、各レベルに対する輝度を、測定器(例：ELDIM 製 EZContrast120D, 160D)を使用して、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±45°の範囲の方向から見た輝度を測定する。入力信号の Y レベルと輝度を方向ごとにグラフ上にプロットする。
R, G, B の各ガンマ特性を測定するには、上記と同じ Y 信号を入力し、ディスプレイの R, G, B の切り替えボタンの ON/OFF により、R のみ、G のみ、B のみを光らせて同様に測定する。
あるいは R, G, B の内の 1 つの原色信号のみがレベル 64～1019 の間の 16～32 分割したレベルで、他の 2 つの原色信号がレベル 64 となる Y, C_B, C_R 信号を入力し、同様に測定する。各原色

信号のレベル 940 における輝度を 1 として他の測定値を正規化し、方向ごとにグラフ上にプロットする。

A1.5 階調性

要求条件

・R, G, Bそれぞれの階調が 10bit以上であること。[8, 9]

測定方法

C_B, C_R レベル 512 で、Y 信号のレベルを 10 ビット表現における 1 LSB ずつ変化させていく。測定器（例：トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A、分光放射計 SR-3）を使用して測定した輝度が Y レベルに応じて変化していくことを確認する。

A1.6 色再現域

要求条件

・Rec. ITU-R BT 709 に規定される 3 原色色度点､輝度方程式に一致する信号が入力された場合、LCD の持つ色再現域にかかわらず Rec. ITU-R BT 709 で規定された値で表示すること。

測定方法

Y レベル 940、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力し、ディスプレイの R,G,B の切り換えボタンの ON/OFF により、R のみ、G のみ、B のみを光らせて、測定器（例：コニカミノルタ製 分光放射輝度計 CS-1000A、トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A、分光放射計 SR-3）を使用して色度点を測定する。または R, G, B の内の 1 つの原色信号のみがレベル 940、他の 2 つの原色信号がレベル 64 となる Y, C_B, C_R 信号を入力し、同様に色度点を測定する。

理由

本来であれば原色信号のレベルに応じて測定される 3 原色の色度点は変わらないはずであるが、LCD ではレベル 64（黒）でもバックライト光の漏れがあり、例えば R だけがレベル 64 より大きい信号を入力しても B, G の画素から漏れにより白方向に引っ張られる。R のレベルが低いと漏れによる影響が相対的に大きくなるので､レベル 940 の信号を入れて R の色度点を測定する。G, B についても同様である。

A1.7 （白色）色温度

要求条件

・D65、D93 のどちらも表示できること。[10]

・信号レベルによって色温度が変動しないこと。

測定方法

8：FRC（Frame Rate Control、4 フレーム内で 8 ビット系の 1 LSB 分だけ輝度を変化させることにより、10 ビットデータの LSB 側の 2 ビット分の輝度成分（0.00, 0.25, 0.50, 0.75）を 4 フレームの平均輝度として表示する技術）を用いた 10 ビットの階調性ではなく、1 つのフレームにおいて 10 ビットの階調性を確保すること。

9：10 ビットの解釈として、レベル 64～1019 をそのまま扱えば良く、この間の 956 レベルを改めて 1024 に分割して扱うことを求めるものではない。

10：どちらかの色温度を中心に設計すると、光源は共通なので、もう一方の色温度は信号処理により実現することで、10 ビット精度を確保できない場合、どちらの色温度を中心にするかは設計上の自由とする。

信号レベルがピーク輝度／全白輝度の約 25%、50%、75%、100%に相当する Y レベル 283、502、721、940（C_B, C_R レベル 512）の信号を入力し、測定器（例：コニカミノルタ製 分光放射輝度計 CS-1000A、トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A、分光放射計 SR-3）を使用して色温度を測定する。

A1.8 視野角

要求条件

- LCD の画面中心から垂直に立てた軸から±45°の範囲のいかなる方向から見たとき、画面の一部でも色の変化、輝度の変化が検知されないこと。
- 数値上の目安として、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±45°の範囲の方向から測定した色相の変化分 Δu', Δv'が 0.01 以下であること。
- 数値上の目安として、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±30°の範囲の方向から測定した輝度は垂直軸の方向から測定した輝度 90%以上、±45°～±30°の範囲の方向から測定した輝度は 80%以上であること。

測定方法

色の異なる 20 種類程度の信号を 1 つずつ LCD に入力して表示させ、測定器(例：ELDIM 社製 EZContrast 120D, 160D)を使用して、画面中心から垂直に立てた軸を通過する上下、左右、斜め±45°の各平面上で、軸から±45°の範囲の方向から測定したときの色相の変化分 Δu', Δv'を測定し、それぞれのグラフに表示する。

Y レベル 940（白 100%）の信号を LCD に入力し、上記と同様にして輝度を測定し、グラフに表示する。

A1.9 動画ボヤケ

要求条件

- 動画ボヤケが CRT と同程度であること、もしくは検知されない範囲であること。

測定方法

動画ボヤケの大きさは、基本的に目視により評価するものとする。

液晶の動画ボヤケを定量的に評価する指標としてMPRT値 [11]があるが、この値の大小と主観的なボヤケの大小の関係が十分に研究されていないとの意見もあり [12]、本書ではMPRT値を参考扱いとする。[13]

11：MPRT は Moving picture response time の略。LCD のボヤケは、液晶の応答時間の大小のみならず、ホールド時間にも影響を受ける。（応答時間ゼロでもホールド表示することによってボヤケが発生する。）MPRT は、この 2 つ（応答時間とホールド時間）をパラメータとして主観的なボヤケに比例する値を得るようにした計算手法である。これを自動測定する機器も製品化されている。（例：大塚電子社製 動画特性測定装置 MPRT-1000）

12：CRT の MPRT 値は 3～4msec になることから、LCD の MPRT 値も 4msec になればボヤケは問題ないと予想される。しかし、市販されている液晶テレビの MPRT 値は約 8～18msec 程度であり、数値の差が大きい。したがって現時点では、LCD のボヤケ認識の閾値評価に MPRT が活用できるかどうか、LCD を用いた実測テストにより確認できていない。なお、ボヤケ幅と MPRT 値の相関性を検討した例としては次の論文がある。

J. Someya: “Correlation between Perceived Motion Blur and MPRT Measurement”, SID 2005 Digest, pp.1018-1021(2005)

13：VESA（Video Electronics Standards Association：PC や電子機器に関する標準化を行う非営利団体）では、MPRT に関連した E-BET 値をボヤケの評価値として標準化している。

A1.10 解像度

要求条件

・R, G, B それぞれの映像表示領域は 1920 x 1080 であること。

理由

マスタモニターでは美しく表示されることよりも、入力信号に対してできるだけ信号処理を行わず、1 画素ずつありのままに表示する方が重要であると考えられることから、スケーリング処理を施さなくとも表示可能な 1920 x 1080 の解像度を必要とする。

A1.11 ユニフォーミティ

要求条件

・輝度信号レベルごとに画面全体にわたって測定された各測定点での輝度値に対して、
(最大値－最小値)／平均値≦0.10 を満足すること。

測定方法

グレー信号を入力し、ディスプレイ上の 50～40000 点の輝度値を一度に測定できる測定器(例：コニカミノルタ製 2 次元色分布測定装置 CA-1500)を使用して測定する。この測定値から、(最大値－最小値)／平均値を計算する。なお、入力信号は信号レベルがピーク輝度／全白輝度の約 25%、50%、75%、100%に相当する Y レベル 283、502、721、940 (C_B, C_R レベル 512)とする。

A1.12 ムラ

要求条件

・再現された輝度および色度にかかわらず、ムラが検知されないこと。

測定方法

静止画、一様もしくは単調な多くのテストパターンを入力し、基本的に、目視により評価するものとする。

A1.13 縦方向、横方向のクロストーク [14]

要求条件

・センター付近に Y レベル 64（黒）または 940（白）の矩形を持ち、その周囲にグレー領域を持つ信号を入力したとき(図 A1.1 を参照)、グレー領域での矩形に対する水平方向、垂直方向の帯状の部分とそれ以外のグレー部分で輝度の違いが検知できないこと。

測定方法

PLUGE 信号（＋2%、0%、－2%のレベルを含む測定用信号）もしくは ARIB 標準規格 STD-B28 に規定されたマルチフォーマット・カラーバー等を入力し、ディスプレイ上で＋2%と 0%は識別できるが、0%と－2%は識別できないようにブライトネスおよびコントラストを調整した状態で測定を行う。

14: クロストークはディスプレイ上の一部を表示データが他の部分の表示に影響を与える現象で、周辺に比べて輝度の高い部分または低い部分の水平方向または垂直方向に帯状に見えるもので、カメラのスミアと同様の見え方をする。

センター付近に Y レベル 64（黒）または 940（白）の矩形（面積比 4～25%（縦・横：1/5～1/2）のウィンドウ信号）を持ち、その周りにグレー領域を持つ信号を入力したとき、グレー領域での矩形に対する水平方向、垂直方向の帯状の部分とそれ以外のグレー部分で輝度の違いがないか目視により評価する。矩形の大きさにより、輝度差の発生に違いがある場合もあるので、大きさを変化させて目視により評価を行うことが望ましい。なお、白ウィンドウ信号および黒ウィンドウ信号のグレー領域の信号レベルは、それぞれ 6 段階（白ウィンドウ信号でのグレー領域：0, 10, 20, 30, 40, 50%に相当する入力信号レベル 64, 152, 239, 327, 414, 502、黒ウィンドウ信号でのグレー領域：50, 60, 70, 80, 90, 100%に相当する入力信号レベル 502, 590, 677, 765, 852, 940、ただし、C_B, C_R はレベル 512 とする。）に変化させて、グレー領域での矩形に対する水平方向、垂直方向の帯状の部分とそれ以外のグレー部分で輝度の違いがないか目視による評価を繰り返す。

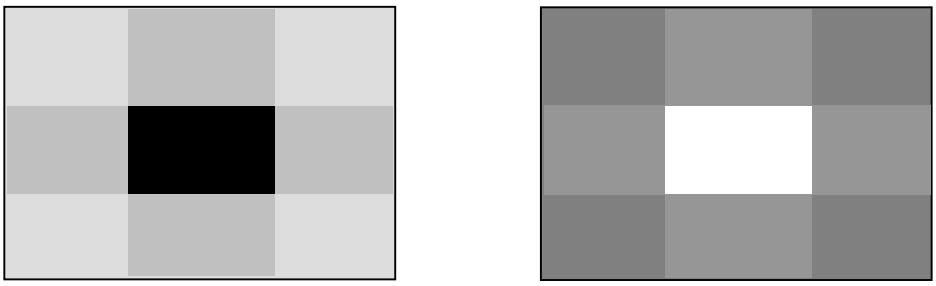


図 A1.1　スミア測定信号

A1.14 ノイズ

要求条件

・誤差拡散によるノイズが目立たないこと。

測定方法

静止画、動画を入力し、基本的に目視により評価するものとする。

A1.15 安定性

要求条件

・電源投入後 30 分以上経過したら画質に影響する要素の時間変動は気付かない範囲であること。

理由

マスタモニターは番組制作における色再現や画質管理等、映像の最終的測定器として用いられており、それが一定範囲を超える時間変動要素を持つと的確な判断ができなくなるため、時間変動は十分小さい必要がある。なお、30 分以上という値は、CRT のマスタモニター取扱説明書に安定するまでの時間として記載されている内容と同じにした。

A1.16 サイズ

要求条件

・サイズの選択はメーカ、ユーザの自由裁量であるが、アスペクト比 16:9 で 18～32 インチのサイズが適当である。

理由

現在､スタジオにおいて使用されている CRT のマスタモニターの画面サイズと同じ大きさを望むユーザが多い。具体的には 18～32 インチが主流である。

サイズに関してメーカ、ユーザとも自由裁量で決められるものであるが、サイズは実使用において重要項目の 1 つであり、メーカに対してユーザと共通の認識を持ってもらう必要があると考えて要求条件に加えた。

A1.17 画素欠陥

要求条件

・極力ないこと。

・連結欠陥は絶対にないこと。

測定方法

画素欠陥の測定では、CCD を使用して光量を測定し、周囲の画素の輝度値との差で判定する測定器（例：サイバネットシステム社製 ProMetric1600）が多い。すなわち、ある画素の周囲にある数画素の平均値を計算し、その平均値と、ある画素の値を比較して、その差が大きい時、画素欠陥と判定する。R, G, B 別々に評価する方法と、白として評価する方法があり、基本的には白のみの評価で画素欠陥は検出できるが、より確実に評価するときは R, G, B 別々に評価する方法も有効とされる。CCD 測光器では解像度が重要で､解像度が低いシステムで評価すると、画素欠陥が周囲に平均化されて浮き出なくなるため､最低でも｢ディスプレイの 1 画素｣に｢CCD の 1 画素」は必要であり、理想的には「ディスプレイ 1 画素」に対して「CCD 9 画素(縦 3*横 3)以上」が良い。なお、画素数が足りない場合は、ディスプレイ 1 画素に対し、CCD 1 画素以上になるようにディスプレイをいくつかの領域に分けて、領域ごとに測定を繰り返し行う。

A1.18 リンギング

要求条件

・CRT と同程度であること。

測定方法

画素変換したときやアナログ入力においては、リンギングがLCD内で発生しうることから、立ち上り／立ち下がり時間、および波形特性が評価に適した、2Tパルス・バー信号、モノスコ信号等のテスト信号を入力し、目視で評価する。

A1.19 焼き付き（長期残像）

要求条件

・CRT と同程度であること。

測定方法

あるパターンを例えば6時間表示し続けて､10%か20%程度のグレー信号に切り替えたときに、前に表示していたパターンがうすく見えるかどうかで判断する。見える場合、どれ位の分数で消えるかに関しても測定する。

＜余白＞

付録２　　PDP 画質に関する要求条件の説明及び測定法

以下の要求条件は、PDP の電源投入後、時間変動が収まる 30 分以上経過した後に、暗室において測定が行われることを前提として設定されたものである。暗室での測定条件が設定された理由は、実際にマスタモニターとして使用される副調整室はかなり暗い状態であること、周囲の明暗の差による影響を受けず、測定における安定性を確保できることである。なお、信号レベルに関しては Rec. ITU-R BT 709 に記載されている 10 ビット表現でのレベル値を用いて示す。測定の際、入力信号としてデジタル信号を用いる方がアナログ信号よりもレベルに誤差が含まれない点で望ましいが、測定項目によっては厳密なレベルを必要としない場合もあり、以下に記載する「信号」とは「指定したレベルのデジタル信号およびこれに相当するアナログ信号」を意味するものとする。また、測定器は参考例として示したものであり、特定のものを推奨するものではない。ただし、測定器の選定にあたっては、測定原理により、精度(測定データに含まれる誤差、測定限界値等)に差があることに注意すること。測定方法はセンサー部分のタイプ（非接触型、接触型（プローブ））によって異なるが、それぞれの説明書の指示に従うものとする。

A2.1 ピーク輝度/全白輝度

要求条件

- Y レベル 940（白 100%）の信号を入力した時、輝度が 100～250cd/m^2 のどの輝度レベルにも設定できるように調整可能なこと。
- Y レベル 64（黒）から 1019（白 109%）までの信号を入力した時、それぞれのレベルで階調を表現できること。100%から 109%においても、Rec. ITU-R BT 709 で規定された $\gamma=0.45$ の逆特性である $1/\gamma$ 乗(約 2.2 乗)に従っていること。[15]
- 色温度 D93、D65 のいずれにおいても上記の条件を満たすこと。
- ABL(Automatic Brightness Limiter)機能はなるべく働かないこと。

測定方法

ピーク輝度を測定するには縦・横方向とも 1/5 の面積比 4%の Y レベル 940(白 100%)、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力し、全白輝度を測定するには面積比 100%の Y レベル 940(白 100%)、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力し、測定器（例：トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A、分光放射計 SR-3、コニカミノルタ製 分光放射輝度計 CS-1000A）を使用して暗室において白い部分の輝度を測定する。

理由

PDP では消費電力を目安に ABL を動作させているが、消費電力は面積や輝度に依存するので、ABL が働き始める輝度を一律的に規定することはできない。副調整室等の制作環境下における CRT マスタモニターの輝度は 100～150 cd/m^2 と比較的低い状態で使用されることが多いため ABL が働かない範囲で使用することも可能と思われる。一方、PDP では発光させるパルス数の大小で明るさを制御しており、輝度を抑えた状態で使用することは、ダイナミックレンジを狭くし、階調性が減少してしまうので、使用にあたって輝度の設定には注意が必要である。

15: 10 ビット表示では、白ピーク(白 100%)はレベル 940、映像データの最大はレベル 1019、黒はレベル 64 であることから、このレベル 1019 という値は次のように計算して 109%になる。(1019-64)/(940-64)＝1.090　これを「白 109%」と呼ぶことにする。
白 100%の画面輝度を 1.00 とすると白 109%での画面輝度は $1/\gamma$ (＝約 2.2)乗に従って約 1.21 となる。

Y レベル 940、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力した時の輝度をピーク輝度／全白輝度と定義しているが、実際にレベル 941～1019 も映像データとして使用可能であるため、映像表現上、ピーク輝度／全白輝度以上の輝度に対しても階調性を保って表示できるよう設定されているべきである。

A2.2 黒

付録 1 第 A1.2 項「黒」を参照のこと。

A2.3 コントラスト比

要求条件

・350：1 以上であること。

測定方法

暗室において、Rec. ITU-R BT 815-1 で規定されたコントラスト比測定用信号を入力し、Y レベル 940（白 100%）の部分と Y レベル 64（黒）（ともに C_B, C_R レベル 512）の部分を測定器（例：トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A）を使用してそれぞれの輝度を測定する。ただし、ディスプレイは PLUGE 信号等を用いて調整され、Y レベル 940（白 100%）部分の輝度が 100cd/m² に調整された状態とする。

A2.4 ガンマ特性

付録 1 第 A1.4 項「ガンマ特性」を参照のこと。

A2.5 階調性

付録 1 第 A1.5 項「階調性」を参照のこと。

A2.6 色再現域

要求条件

・Rec. ITU-R BT 709 に規定される 3 原色色度点､輝度方程式に一致する信号が入力された場合、PDP の持つ色再現域にかかわらず Rec. ITU-R BT 709 で規定された値で表示すること。

測定方法

Y レベル 940、C_B, C_R レベル 512 の信号を入力し、ディスプレイの R,G,B の切り換えボタンの ON/OFF により、R のみ、G のみ、B のみを光らせて、測定器（例：コニカミノルタ製 分光放射輝度計 CS-1000A、トプコンテクノハウス製 色彩輝度計 BM-5A、分光放射計 SR-3）を使用して色度点を測定する。または R, G, B の内の 1 つの原色信号のみがレベル 940、他の 2 つの原色信号がレベル 64 となる Y, C_B, C_R 信号を入力し、同様に色度点を測定する。

理由

本来であれば原色信号のレベルに応じて測定される 3 原色の色度点は変わらないはずであるが、PDP ではレベル 64（黒）でも種火処理による発光があり、例えば R だけがレベル 64 より大きい信号を入力しても B, G の画素からの種火処理による発光により白方向に引っ張られる。R のレベルが低いと、この種火処理による影響が相対的に大きくなるので、レベル 940 の信号を入れて R の色度点を測定する。G, B についても同様である。

A2.7 （白色）色温度

付録 1 第 A1.7 項「(白色)色温度」を参照のこと。

A2.8 視野角

付録 1 第 A1.8 項「視野角」を参照のこと。（ただし、LCD を PDP と入れ替えること）

A2.9 動画ボヤケ

要求条件

・動画ボヤケが CRT と同程度であること、もしくは検知されない範囲であること。

測定方法

動画ボヤケの大きさは、基本的に目視により評価するものとする。

液晶の動画ボヤケを定量的に評価する指標として MPRT 値[16]があり、PDP における動画ボヤケも同様に定義可能であると推定されるが、液晶においても MPRT 値の大小と主観的なボヤケの関係は十分に研究されていないとの意見もあり、PDP においては液晶よりも不明な部分が多く残っており[17]、本書では MPRT 値を参考扱いとする。[18]

A2.10 解像度

付録 1 第 A1.10 項「解像度」を参照のこと。

A2.11 ユニフォーミティ

付録 1 第 A1.11 項「ユニフォーミティ」を参照のこと。

A2.12 ムラ

付録 1 第 A1.12 項「ムラ」を参照のこと。

A2.13 イメージストリーキング [19]

要求条件

・センター付近に Y レベル 64（黒）または 940（白）の矩形を持ち、その周囲にグレー領域を持つ信号を入力したとき(図 A2.1 を参照)、グレー領域での矩形に対する水平方向、垂直方向の帯状の部分とそれ以外のグレー部分で輝度の違いが検知できないこと。

16: MPRT は Moving picture response time の略。PDP のボヤケは、蛍光体の応答時間の大小のみならず、サブフレーム発光方式などによるホールド時間にも影響を受ける。(応答時間ゼロでも、実質的なホールド表示によってボヤケが発生する。)MPRT は、主に液晶表示装置における上記 2 つの特性(応答時間とホールド時間)をパラメータとして主観的なボヤケに比例する値を得るようにした計算手法である。これを自動測定する機器も製品化されている。(例:大塚電子社製 動画特性測定装置 MPRT-1000)

17: CRT の MPRT 値は 3～4msec になることから、PDP の MPRT 値も 4msec になればボヤケは問題ないと予想される。市販されている PDP テレビの MPRT 値は約 9～10msec 程度であるとの報告があるが、4msec との差が大きく、現時点では PDP のボヤケ認識の閾値評価に MPRT が活用できるかどうか、PDP を用いた実測テストにより確認できていない。なお、液晶においては主観的ボヤケ幅と MPRT 値の相関性を検討した例としては次の論文がある。
J. Someya: "Correlation between Perceived Motion Blur and MPRT Measurement", SID 2005 Digest, pp.1018-1021(2005)

18: VESA(Video Electronics Standards Association:PC や電子機器に関する標準化を行う非営利団体)では、MPRT に関連した E-BET 値を、液晶表示装置におけるボヤケの評価値として標準化している。

19: イメージストリーキングはディスプレイ上の一部を表示データが他の部分の表示に影響を与える現象で、周辺に比べて輝度の高い部分または低い部分の水平方向または垂直方向に帯状に見えるもので、カメラのスミアと同様の見え方をする。

測定方法

PLUGE 信号（＋2%、0%、－2%のレベルを含む測定用信号）もしくは ARIB 標準規格 STD-B28 に規定されたマルチフォーマット・カラーバー等を入力し、ディスプレイ上で＋2%と 0%は識別できるが、0%と－2%は識別できないようにブライトネスおよびコントラストを調整した状態で測定を行う。

センター付近に Y レベル 64（黒）または 940（白）の矩形（面積比 4%(縦・横：1/5)のウィンドウ信号）を持ち、その周りにグレー領域を持つ信号を入力したとき、グレー領域での矩形に対する水平方向、垂直方向の帯状の部分とそれ以外のグレー部分で輝度の違いがないか目視により評価する。なお、白ウィンドウ信号および黒ウィンドウ信号のグレー領域の信号レベルは、それぞれ 6 段階（白ウィンドウ信号でのグレー領域：0, 10, 20, 30, 40, 50%に相当する入力信号レベル 64, 152, 239, 327, 414, 502、黒ウィンドウ信号でのグレー領域：50, 60, 70, 80, 90, 100%に相当する入力信号レベル 502, 590, 677, 765, 852, 940、ただし、C_B, C_R はレベル 512 とする。）に変化させて、グレー領域での矩形に対する水平方向、垂直方向の帯状の部分とそれ以外のグレー部分で輝度の違いがないか目視による評価を繰り返す。

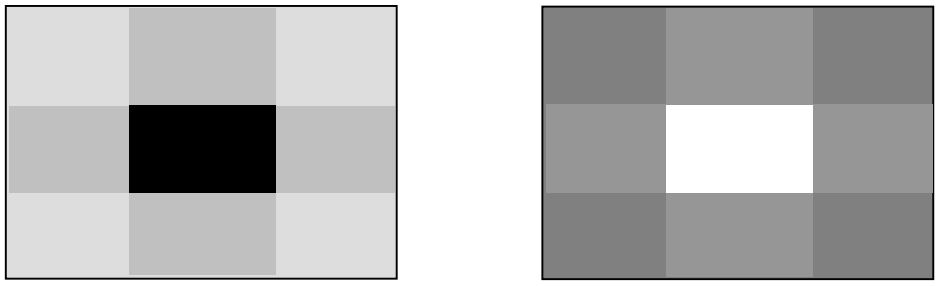


図 A2.1　スミア測定信号

A2.14 ノイズ

要求条件

- 誤差拡散によるノイズが目立たないこと。
- 疑似輪郭が目立たないこと。

測定方法

静止画、動画を入力し、基本的に目視により評価するものとする。

A2.15 安定性

付録 1 第 A1.15 項「安定性」を参照のこと。

A2.16 サイズ

付録 1 第 A1.16 項「サイズ」を参照のこと。

A2.17 画素欠陥

付録 1 第 A1.17 項「画素欠陥」を参照のこと。

A2.18 リンギング

付録 1 第 A1.18 項「リンギング」を参照のこと。（ただし、LCD を PDP と入れ替えること）

A2.19 焼き付き（長期残像）

要求条件

・ CRT と同程度であること。

測定方法

(1) 短期焼き付き（焼き付き後、動画出画等で回復するもの）

特定表示パターン、例えば面積比１％のウィンドウで、ある所定時間（数分程度）点灯し、その後、全画面に白（グレー）を表示させ、ウィンドウ部分とその周辺の輝度差を測定あるいは目視判定する。このときの白（グレー）のレベルは低い方がレベル差を確認しやすい。

(2) ライフ焼き付き（焼き付き後、回復しないもの）

特定表示パターン（例えば、市松みたいに、点灯部／非点灯部がわかるパターン）を長時間（例えば 6 時間程度）表示させた後、全画面に白（グレー）を表示させ、特定表示パターンの点灯部と非点灯部の輝度差を測定あるいは目視判定する。

なお、回復しない大面積の焼き付きが残るとその後の使用に支障がでることを考慮する場合には、画面の隅に文字等を長時間表示する等、表示パターンの選択に工夫を施す必要がある。

＜余白＞

付録３　　LCD に関する補足説明

A3.1　入力電圧に対する出力光の特性（ガンマ特性）

・ LCD は、入力電圧に対応して、液晶の配列角度を制御し透過光量を変化させ、出力光を得ているが、液晶素子のタイプ（液晶モード）により、入出力特性やその他の特性が異なる。
・ ガンマ特性は演算処理（ノンリニア処理）により得る。現在 LCD モジュール自身は表示色 RGB 各 8 ビットが主流であり、前段回路の演算は RGB 各 10 ビット処理が一般的である。

A3.2　黒の再現性

・ 黒信号の時でも液晶によりバックライト光を完全に遮蔽できず若干の漏れがある。
・ 反射光に対する影響が少なく、明所での黒レベルは他の表示デバイスより優れる。

A3.3　最大輝度

・ 最大輝度はバックライトの発光量と液晶パネルの透過率によって決まる。

A3.4　輝度調節

・ ディスプレイ表示画面の輝度を調節する機能で、LCD では、バックライトの光量を変えて輝度を調節する方法と(液晶モジュールへの入力信号を変化させる。)信号処理により輝度を調節する方法がある。前者では階調性は常に最高レベルに維持されるが、後者では暗く設定した場合には黒から白までのダイナミックレンジが減少し、階調性が劣化する。

A3.5　コントラスト比

・ 黒でのバックライト光の漏れが影響し、暗所で現在 800～1500：1 程度である。
・ LCD の動作原理上、バックライトの発光量を上げて白レベルを上げても、黒レベルも上がり、コントラスト比の改善にはならない。
・ 民生用の液晶 TV 等では、バックライトの光量を外部環境光や映像に合わせて変調することで、3000：１等と表記しているものもある。
・ 展示会等では、CRT と同様の黒レベルを実現している液晶パネルが報告・展示されているが、商品レベルで CRT 並のコントラスト比を実現しているものは現時点ではない。

A3.6　前面カラーフィルタ特性を含めた３原色色度

・ 最大輝度はバックライトの発光量と液晶パネルの透過率によって決まる。
・ カラーフィルタは特定の波長域の光を選択的に透過するフィルタで、一般にカラー液晶表示デバイスでは基板上の各ドットに対応して R, G, B の３原色フィルタが設けられ、液晶の変調機能と組み合わせてドット毎に各原色の透過率を制御することによりカラー表示を行う。
・ 3 原色色度点は CRT と同等であり、現状で EBU を満たしている。
・ CCFL（Cold Cathode Fluorescent Lighting）バックライトを用いて NTSC 比 90%程度まで色再現範囲を拡げているものがある。
・ バックライトに LED（Light Emitting Diode）を使用することで、NTSC 比 100%(もしくは、

それ以上)まで色再現範囲を拡げることが可能である。
・ カメラ・信号生成における仕様・規格を無視して広い色再現範囲を実現しても、偽の色を表示することになるので、必ずしも広ければ広いほど良いというものではない。

A3.7 色温度

・ CCFL バックライトでは色ごとの制御が現実的でないため、色温度変化は信号処理により対応する必要がある。
・ 3 原色の LED を用いたバックライトでは色ごとの制御が可能であるため、色温度の校正および D65 と D93 などの変更が容易である。

A3.8 白の均一性

・ バックライトの均一性でほとんど決まる。

A3.9 バックライト

・ 現在、主に TV 用に使用されているバックライト光源は CCFL であるが、光源として LED を用いるものが使用され始めている。
・ LED は現在のところ、効率やコストの点で CCFL に劣っているが、広い色再現範囲を持っていることや、ON/OFF の応答速度が速いことから、バックライト点滅によって動画ボヤケを改善できる可能性があるなど優れた面があり、今後広く使用されていくかもしれない。

A3.10 動画ボヤケ（残光特性）

・ 液晶の応答速度はセルの応答速度により決まり、現在、片側 1～8 msec 程度である。
・ 応答速度を高くすると、生産性が悪くなり、価格が上がってしまう傾向がある。
・ 階調、使用温度、液晶モードによって応答特性が異なる。低輝度（0～10 IRE)、低温度では、応答速度が劣化する。
・ 液晶等のホールド発光型のディスプレイでは、動画ボヤケの程度は、液晶材料の応答速度だけではなく表示のホールド時間(＝１フレーム発光時間)にも依存する。すなわち、液晶の応答時間が０であっても、脳のメモリー効果により動画ボヤケが認識される。
・ 脳のメモリー効果によるボヤケを軽減するための技術として、黒挿入やバックライト点滅などがある。どちらの手法も平均輝度を維持するためにはバックライト光が通過しない時間率に応じて光量を大きくする必要がある。黒挿入では、液晶膜によるバックライト光の遮蔽が十分でないと、光量の増加に伴い、黒レベルが上がり、コントラスト比の低下につながる。バックライト点滅ではバックライトが消えている時間は漏れがないので光量が増しても平均の黒レベルは変わらない。
・ 液晶における動画ボヤケを定量化する指標として MPRT（Moving Picture Response Time）が提案されている。この MPRT は液晶応答時間とホールド時間をパラメータとして主観的なボヤケに比例する値を得るようにした計算手法である。これを自動的に測定する機器も製品化されている。

A3.11 視野角

・ 上下左右に比べて、斜め方向に狭いことが多い。

・家電製品等では、通常、10:1 以上のコントラスト比を確保できる角度を表示しており、水平・垂直とも 170°以上と記載されている製品が多くなり、性能を判断できない。
・液晶モードによって特性の差があり、用途に応じた使い分けを要する。
・コントラスト比だけでなく、色の視野角を考慮する必要がある。また、コントラスト比としても指標とする数値に見直しが必要である。

A3.12 画素

・画面を構成する最小面積単位。カラー表示の場合は RGB の一組で 1 画素とする。

A3.13 画素ピッチ

・画素とはドットマトリックス表示の最小単位で、画素と画素との縦／横のピッチを mm 単位で表記する。マトリックス表示のディスプレイは下図に示すように画素を縦横に多数並べることで成り立っている。カラー表示の場合、1 画素は少なくとも R, G, B の 3 ドットからなる。モノクロの場合は 1 画素が 1 ドットになる。

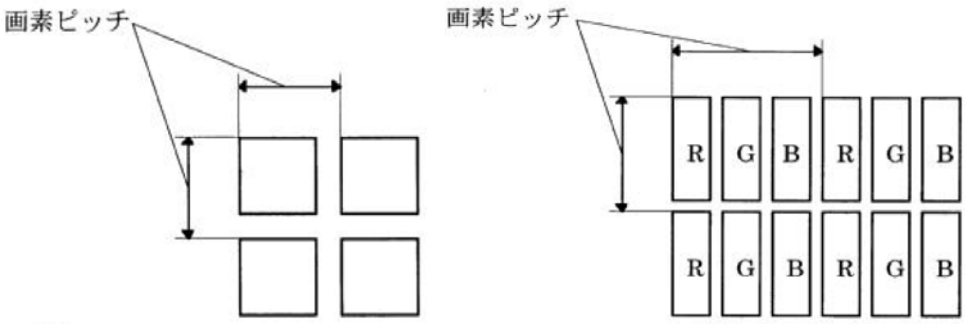


図 A3.1　画素ピッチ

A3.14 解像度

・小型化はあまり問題では無く、18 インチ程度のサイズでも 1920×1080 は可能である。
・37 インチ以上の民生用液晶 TV では 1920×1080 のものが市販されている。
・PC 用の液晶モニターにおいては、20 インチ程度で最大 3840×2400 のものが市販されている。

A3.15 マルチフォーマット対応

・モニターには、NTSC、HDTV など様々な方式の信号が入力されることがあり、複数方式に対応することをマルチフォーマット対応という。CRT は走査を変更することで対応可能だが、LCD や PDP は原理的に信号処理（走査線補間、画素補間）により対応する必要がある。

A3.16 遅延

・液晶は通常 1 ラインずつ表示する方式であり、1 ラインの映像データをソースドライバ内に蓄えて 1 ライン同時に表示する(CRT のように左から右へスキャンしない。)ので、原理的に 1 ラインの遅延は必要である。
・これに加えて、解像度変換や IP 変換などに伴う遅延が発生しうる。これらの変換には種々の方法があり、それによって遅延時間は異なる。

A3.17 寿命

- 液晶は半永久的に使えるが、バックライトには寿命がある。
- バックライトの寿命は、50%輝度ダウンで 60,000 時間程度である。
- バックライト輝度低下の要因としてはＦＬ管自身の発光効率の低下とバックライトユニットを構成する反射板等の部材の黄変が主なものである。ＦＬ管は管内に封入されている蛍光体の劣化や水銀(Hg)の消耗等により劣化する。バックライトユニットの黄変はＦＬ管から放出される紫外線が原因とされている。これらの中で、ＦＬ管の蛍光体の劣化が支配的である。

A3.18 磁界による影響

- ない。

A3.19 焼き付き

- 完全に焼き付くものは無いといえる。ただし、長期残像と呼ばれるものがあり、他の映像を入力すると消える。

A3.20 液晶モード

現在、液晶 TV として使用されている液晶モードとして、主に TN, IPS, VA, OCB の４種があり、以下に簡単に各方式を説明する。

TN (Twisted Nematic)

2 枚のガラス基板間に注入されたネマティック液晶の分子の長軸を基板に平行に、かつ基板間で 90 度連続的に捩って配列したパネル。これにより旋光性を変化させ、偏光フィルタとの組合せにより光のスイッチングを行う。

IPS (in-plane switching)

電極を横方向に並べ、横方向に印加する電界で液晶を駆動させる方式である。通常の TN モードのように、液晶が基板に対して垂直方向に立ち上がることなく基板と平行な平面内で動くため、視野角が広がる。

VA (vertically aligned)

負の誘電異方性をもった液晶を、垂直配向膜を用いて無電圧のときには垂直方向に配向させ、電圧を印加したときには水平方向に配向させる駆動方式である。無電圧のときに液晶を垂直方向に配向させるため、黒表示品位が良く高コントラストが得られる上に、視野角も広く応答性も早い利点をもつ。

OCB (Optically Compensated Bend)

ガラス基板の間にある液晶分子の配向が弓なりであることにより、階調変化時においては液晶分子の回転トルクが一致する為、高速に応答できる。また、分子配列が上半分と下半分で対称な構造となっているため、光学的な自己補償効果によって視野角特性が TN モードより広い。

現時点における各方式における市販品での大まかな特性を以下に示す。

表 A3.1　液晶モードによる特性比較

	TN	IPS	VA	OCB
コントラスト	△	○	◎(正面のみ)	△
CR 視野角	X	◎	○	○
色視野角	X	◎	△	△
応答時間	○	○	○	◎

◎：最良、○：良、△：要改善、X：不可

A3.21 ディザ階調

下図のように数ドットをグループとし、白黒の割合を変化し、平面での平均輝度として階調を表示する方式である。

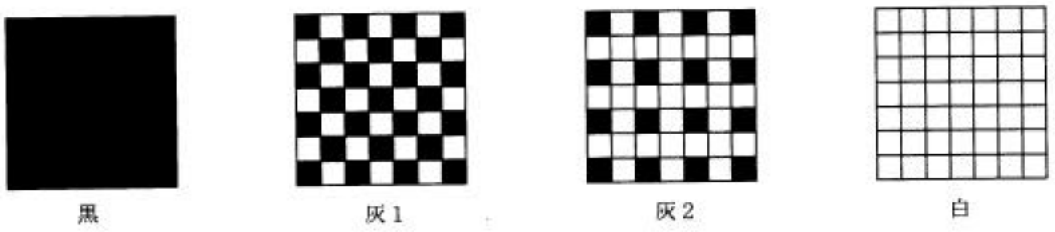


図 A3.2　ディザ階調表示

A3.22 フレームレートコントロール（FRC）

各ドットのオンとオフの時間を変化させて多階調化を図る技術である。各ドットのオンとオフの時間を変化させることにより、視覚的には重なり合うドットが積分され、時間軸方向の平均輝度として中間調を表現することができる。例えば、4 フレーム内で 8 ビット系の 1 LSB 分だけ輝度を変化させることにより、10 ビットデータの LSB 側 2 ビット分の輝度成分（0.00, 0.25, 0.50, 0.75）を 4 フレームの平均輝度として表示することができる。当然、この方法では、各フレームにおいて 10 ビットの階調性を確保することはできない。

＜余白＞

付録４　　PDP に関する補足説明

A4.1　入力電圧に対する出力光の特性（ガンマ特性）

・PDP は放電回数により出力光の強度が決まり、その回数と強度はリニアの関係である。

・ガンマ特性（ノンリニア処理）は演算処理により得る。演算ビット数が多い方がよりなめらかな出力特性（ガンマ特性）が得られる。現在、ドライブ段の RGB 出力は 8bit 処理が一般的である。信号処理部のビット数としては、10～16 ビットで行っている。

A4.2　黒の再現性

・黒の再現性はモニターにとって重要な特性である。白との比であるコントラスト比に影響し、また日本人は髪の毛が黒いためその再現性により自然感が異なる。

・黒の時も種火処理を行っているため、黒が浮く。現在、0 IRE のとき約 0.1～0.3 cd/m^2 である。

A4.3　白の特性

・全面白の時、CRT は高圧保護のため、また PDP は消費電力抑制のため、ABL(Automatic Brightness Limiter)回路が入るため、小面積の白表示に比べて、輝度が低下する。

・ウィンドウパターンでの最大輝度は 300～500 cd/m^2 位である。

A4.4　輝度調節

・ディスプレイ表示画面の輝度を調節する機能で、PDP では発光の回数により輝度が決まるため、暗く設定した場合は黒から白までのダイナミックレンジが減少し、階調性が劣化する。

A4.5　コントラスト比

・PDP でのコントラスト比は、ABL 回路の働きを考慮して、4%程度(縦・横とも 1/5 の長さ)の面積を持つ白の最大輝度と、その画面内の黒または全黒信号の黒の輝度を測定し、この比として表示されることが多い。PDP は、種火放電により黒が浮くため、ND フィルタ（約 30～40%の透過率）を前面に入れ、コントラスト比の向上を図っている。現状での最大コントラスト比は暗所における測定で 2000～5000：1 のデータがある。全黒の場合、種火処理を抑える機能が働き、黒の輝度が低くなって、良い測定結果が出る場合もある。

A4.6　３原色色度

・CRT の蛍光体は電子ビーム照射により発光する。PDP では紫外線の刺激により発光する。原理的には異なるが、同一色度を得ることは可能である。現状では発光効率、寿命などを考慮して蛍光体を選定しているので、３原色色度点が異なる。

・PDP では、CRT を基準に作られた Rec. ITU-R BT 709 で規定された値より広い色再現域（NTSC に近い。）を表示している。

A4.7　残光特性

・残光時間（応答時間）は蛍光体の特性により、PDP では R、G：約 10ms、B：1ms であり、CRT では R：1.2ms、G：0.3ms、B：0.25ms である。約 1 桁異なる。

・現在は残光時間よりも寿命、発光効率が優先されている。

A4.8 （白色）色温度

・(白色)色温度調整機能は各色のレベルをコントロールして行っている。

A4.9 白の均一性

・一般的に CRT は周辺の輝度が低下するが、PDP では画面上の場所による依存性はない。蛍光体、印加電圧のバラツキによる不均一性はあるが、CRT と遜色はない。

A4.10 画素

付録 3 第 A3.12 項「画素」を参照のこと。

A4.11 画素ピッチ

付録 3 第 A3.13 項「画素ピッチ」を参照のこと。

A4.12 解像度

・画素数で解像度は決まり、HDTV の 1920×1080 の画素数を得るには、素子を小さくすることにより可能となるが、現状、20 数インチでフル HD の解像度を実現するためには、何らかの技術的ブレークスルーが必要である。

・2006 年 6 月時点で、50 インチでフル HD の製品が販売されている。

A4.13 マルチフォーマット対応

付録 3 第 A3.15 項「マルチフォーマット対応」を参照のこと。

A4.14 遅延

・CRT には無かった表示方式による遅延がある。

・遅延には IP 変換処理による遅延とパネル駆動のためのメモリー蓄積による遅延の 2 種類ある。

・メーカによる方式の違いにより 1 フィールドから 2 フレームの遅延がある。

・PDP では、フレーム全面のデータを同時に表示するが、1 フレーム(16 msec)の時間内で発光する回数により輝度が決まることから、CRT や LCD のように、このタイミングでこのフレームの映像が表示されたと判断しにくい面がある。

A4.15 インタレース表示

・可能だが、インタレース表示すると現状の方式では輝度が半減することとフリッカーが増加する。ただし、仮にインタレース表示しても、1 フィールド画面を同時に表示するとともに発光回数によって光の強度(輝度)を変化させる方式であるため、CRT のライン走査表示によるインパルス表示方式とは異なった見え方をする。

A4.16 寿命

・CRT の寿命は主にカソードのエミッション低下により決まるが、PDP では蛍光体の輝度の劣化によって決まる。

・動作時間の経過により、発光輝度は低下する傾向を示し、その特性は、駆動時間を t、輝度の初期値を L0 としたとき、t 経過後の輝度は $L(t)=L0\exp\{-\sqrt{(t/\tau)}\}$ で表される。一般的に、輝度が 50%に低下する時間は 60,000 時間以上とされている。

A4.17 磁界による影響

付録３第 A3.18「磁界による影響」を参照のこと。

A4.18 焼き付き

・長時間静止画を表示して生ずる焼き付きはCRTより劣るといえる。

・焼き付きには２種類あり、内部ガスのイオン化によるもので短時間のうちに復元するものと、CRTと同様に完全に焼き付くもの（蛍光体の劣化）がある。

A4.19 ディザ階調

付録３第 A3.21 項「ディザ階調」を参照のこと。

＜余白＞

付録５　　マスタモニターに装備されると便利な機能

以下は、機能に関する要求条件の検討において提案され、マスタモニターとしての本質的な機能ではないと判断されたが、装備されていると便利な機能であることから、ここに列挙しておく。メーカでのマスタモニター等の商品設計の際に参考にされたい。

A5.1　ワイヤレスリモコン

・本体から離れた位置からワイヤレスリモコンの操作により、調整機能、切り換え機能、マーカー表示機能、データ保存機能など基本的に本体が持つすべての機能に対して制御できること。ワイヤレスリモコンによって、設定状態をメモリーに保存できること。
・複数のモニターが並んで設置されている場合でも各モニターを別々に制御できること。

A5.2　拡大表示モード

・Normalモードで表示されている入力信号に対し､カーソル等で任意に指定された範囲を2倍、3倍など整数倍にして表示できること。
・スケーリング処理して表示するか、単純に同じサンプルデータ値を複数サンプル分繰り返し表示するかは商品設計に委ねる。

A5.3　ファイル管理（外部メモリー機能）

・すべての調整項目に対する設定状態を１つのファイルとして外部メモリーに保存できること、およびそのデータを読み出せること。
・ファイルには名前が付けられること。

A5.4　ディスプレイの表面保護

・副調整室におけるマスタモニターとしての使用だけを想定するとディスプレイ表面の保護は必ずしも必要ないが、放送局での用途全般を考えた場合、狭隘な中継車内での使用や移設・セッティングして使用するなど一般家庭とは異なった運用もあるため、ある程度の衝撃があっても表面が割れたり、ひびが入ったりしないようにディスプレイ表面を保護する工夫をすること。
・表面の保護を行う部品は､強度が十分あること(破損しないだけでなく細かなキズが付きにくいこと)、テカリ・反射が(少)ないこと、厚みで画面が見づらくならないこと、歪んだり撓ったりしないこと、内側も含めて清掃しやすいこと等を考慮して、選択・装備すること。

A5.5　内蔵テスト信号

・テスト信号発生器を装備すること。テスト信号としては、カラーバー、クロスハッチ、100%白、20%グレー、グレースケール、プルージュ（PLUGE：Picture Line Up Generating Equipment）など。
・外部にテスト信号を出力する必要はないが、平面ディスプレイの入力信号端子にテスト信号発生器から入力されたのと同様の信号処理経路を経てディスプレイ上に表示されること。

A5.6 WFM/VSC 表示

・各入力信号の WFM/VSC を表示できること。
・表示方法は単独、PinP、マルチ表示(映像、音声、エラー信号等)の選択が可能であること。
・表示位置は映像が使用する 1920 x 1080 の外側であることが望ましい。

A5.7 デジタル信号エラー表示

・各種エラー信号の検出を行うことができること、これらの検出データをファイルに保存できること。

A5.8 Embedded Audio レベルの画面表示

・Embedded Audio の各音声チャンネルのレベルをディスプレイ上に表示できること。

A5.9 内蔵スピーカー

・SDI 信号に Embedded されている音声のモニター再生が可能であること。
・外部入力された AES/EBU 音声信号とアナログ音声信号の再生が可能であること。
・これらの音声ボリュームを可変できること。

付録６　　CRT マスモニと LCD-TV との比較測定実験の結果報告

A6.1　目的

平面ディスプレイをマスタモニターとして使用する場合の要求条件を設定するにあたり、条件の妥当性の確認および現状(2005 年 4 月時点)の LCD の特性を把握することを目的として、マスタモニターとして使用されている CRT と市販の LCD-TV を対象に画質に関する比較測定実験を行った。これらの結果は ITU-R SG6 の中の WP6P にも日本寄書として報告がなされた。

液晶パネルには、OCB(Optical Compensated Birefringence)方式、VA(Vertically Aligned)方式、IPS(In-Plane-Switching)方式などがあり、それぞれに特徴を持っている(付録３ 第 A3.20 項を参照のこと)。今回実験に使用したものは OCB 方式であり、ここでの結果は 1 つの方式に対するものであって、液晶パネルのすべての方式に当てはまるものではない。また、性能は向上を続けており、ここでの結果は測定時点での性能を示しているだけで、CRT と LCD との普遍的な位置づけを示すものでないことを強調しておく。

A6.2　測定項目

要求条件の中で規定する項目のうち、以下のものについて測定を行った。

全白輝度(ピーク輝度)、黒の輝度、コントラスト比(全白と全黒の輝度比)、ガンマ特性、視野角、色再現域（３原色色度点)、ユニフォーミティ、クロストーク、動画ボヤケ(MPRT 値)、遅延時間

なお、測定に使用した信号パターンは表 A6.1 に示してある。

A6.3　測定したディスプレイの機種

CRT：　ソニー製 CRT マスタモニター24 型 BVM-D24E1W

LCD：　ナナオ製液晶テレビ 23 型 FORIS.TV　VT23XD1

CRT は放送局でマスタモニターとして使用されているプロ用(参考：約 240 万円)のものであるが、LCD でマスタモニターとして使用されているものは現状ないことから家電製品として販売されている液晶 TV の中で、実験の目的から判断して画質的に適当と思われる上記の機種(参考：当時の価格で約 30 万円、画素数は 1280x768)を選定し、(株)ナナオから貸与を受けて使用した。

A6.4　使用した主な機器およびその提供会社

CRT マスタモニター24 型 BVM-D24E1W	1 台（㈱ソニー提供）
CRT マスタモニター24 型 BVM-D24E1WJ	1 台（NHK 放送技術研究所提供）
ナナオ製液晶テレビ 23 型 FORIS.TV　VT23XD1	2 台（㈱ナナオ提供）
アストロデザイン製信号発生器　VG848	1 台（㈱アストロデザイン提供）
アストロデザイン製信号分配器　VD655	1 台（㈱アストロデザイン提供）
ELDIM製液晶視野角・色度特性測定装置 EZContrast	1 台（㈱日立製作所提供）
コニカミノルタ製２次元色分布測定装置 CA-1000	1 台（㈱日立製作所提供）
トプコンテクノハウス製色彩輝度計 BM-7	1 台（㈱日立製作所提供）
大塚電子製動画特性測定装置 MPRT-1000	1 台（㈱ナナオ提供）

A6.5　測定方法および結果

A6.5.1 全白輝度(ピーク輝度)、黒の輝度、コントラスト比

PLUGE 信号により黒の輝度レベルを調整した後、8 ビット表現でレベル 16, 235, 254 の輝度信号を順次入力し、トプコンテクノハウス製色彩輝度計 BM-7 を用いて輝度を測定した。

その結果を表 A6.2「全白輝度(ピーク輝度)、黒の輝度、コントラスト比」に示す。なお、ここではコントラスト比をレベル 16 および 235 での輝度の比として計算している。

表 A6.2　全白輝度(ピーク輝度)、黒の輝度、コントラスト比

項目	CRT マスモニ	液晶 TV	備考
ピーク輝度	101.6 cd/m²	175.1 cd/m²	Y レベル 254(全面白)
100%白輝度	83.8 cd/m²	145.1 cd/m²	Y レベル 235(全面白)
黒輝度	0.07 cd/m²	0.52 cd/m²	Y レベル 16 (全面黒)
コントラスト比	1197：1	279：1	100%白：黒

A6.5.2 ３原色色度点

R, G, B の各信号で 1 つが 8 ビット表現でレベル 235、他の 2 つがレベル 16 の信号を順次入力し、トプコンテクノハウス製色彩輝度計 BM-7 を用いて測定した。その結果を表 A6.3「3 原色色度点の測定値」および図 A6.1「測定された色再現範囲」に示す。

表 A6.3　３原色色度点の測定値および規格値

	CRT マスモニ	液晶 TV	Rec. ITU-R BT 709	NTSC-1953
R	(0.6429, 0.3268)	(0.6422, 0.3135)	(0.640, 0.330)	(0.67, 0.33)
G	(0.2868, 0.6078)	(0.2726, 0.5918)	(0.300, 0.600)	(0.21, 0.71)
B	(0.1458, 0.0574)	(0.1420, 0.0637)	(0.150, 0.060)	(0.14, 0.08)

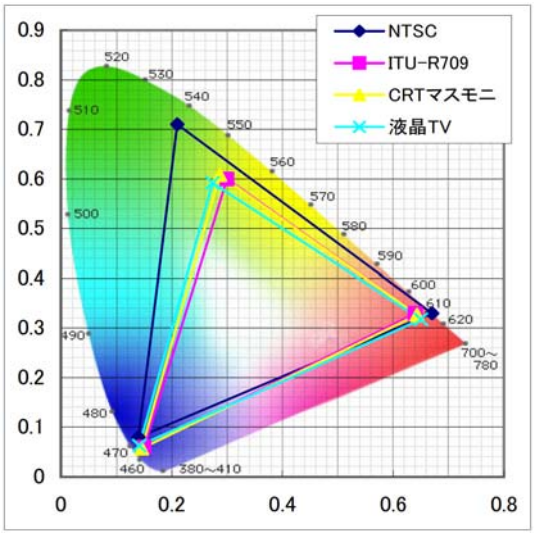


図 A6.1　測定された色再現範囲

A6.5.3 ガンマ特性

PLUGE 信号により黒の輝度レベルを調整した後、8 ビット表現でレベル 16, 31, 46, 61, 76, 91, 106, 121, 136, 150, 165, 180, 195, 210, 225, 235, 240, 254 の輝度信号を順次入力し、ELDIM 製液晶視野角・色度特性測定装置 EZContrast により輝度を測定した。但し、正面からの輝度のみでなく、方位角 0°(水平)、45°(左下から右上への平面)、90°(垂直)、135°(左上から右下への平面)の各面上で、ディスプレイに垂直な軸を中心にして 0°, 30°, 45°, 60°, 75°の方向からの輝度を測定した。(入力信号：表 A6.1 の信号番号 1～18 を使用、測定方向：参考資料 1 を参照のこと。)

測定結果を「図 A6.3　CRT マスモニおよび液晶 TV でのガンマ特性測定結果」に示す。この図ではレベル 235 の時の輝度値が 1 となるように正規化している。

CRT では方向にかかわらず同じガンマ特性を示しているが、液晶 TV では方向により特性が異なり、特に方位角 135°の面上でディスプレイへの見る角度を変えた時、2.2 乗のカーブから大きく離れていることがわかる。

A6.5.4 視野角（色相変化）

18 色の信号を順次入力し、ELDIM 製液晶視野角・色度特性測定装置 EZContrast により、色相の変化分を測定した。但し、正面からだけでなく、方位角 0°(水平)、45°(左下から右上への平面)、90°(垂直)、135°(左上から右下への平面)の各面上で、ディスプレイに垂直な軸を中心にして －90°～＋90°の範囲で連続的に測定した。(入力信号：表 A6.1 の信号番号 19～36 を使用、測定方向：参考資料 1 での各平面上で連続的な方向から測定)

測定結果を「図 A6.4～図 A6.5　CRT マスモニでの視野角(色相変化)の測定結果」および「図 A6.6～図 A6.7　液晶 TV での視野角(色相変化)の測定結果」に示す。

要求条件の検討においてマスタモニターとして見る角度を±45°の範囲内と想定しており、CRT マスモニではこの範囲内で、方向および色にかかわらず、ほぼ 0.01 以下に収まっている。液晶 TV では方向および色により特性が異なり、特に斜め(方位角 45°, 135°)の面上では色相のずれが大きくなっている。

なお、CRT マスモニでの light skin の測定において±60°あたりで急速に色相のずれが大きくなっているのは、ガラス表面での干渉により色が変化しているように測定されたと推定される。

A6.5.5 視野角（輝度変化）

8 ビット表現でレベル 235 の信号を入力し、ELDIM 製液晶視野角・色度特性測定装置 EZContrast により、方向による輝度の変化を測定した。但し、正面からだけでなく、方位角 0°(水平)、45°(左下から右上への平面)、90°(垂直)、135°(左上から右下への平面)の各面上で、ディスプレイに垂直な軸を中心にして－90°～＋90°の範囲で連続的に測定した。(入力信号：表 A6.1 の信号番号 18 を使用、測定方向：参考資料 1 での各平面上で連続的な方向から測定)

測定結果を「図 A6.8　視野角(輝度変化)の測定結果」に示す。

要求条件の検討においてマスタモニターとして見る角度を±45°の範囲内と想定しており、CRT マスモニではこの範囲内でほぼ一定の輝度であるのに対して、液晶 TV では水平の面上でも角度をつけて見ると急速に輝度が低下している。家電製品である液晶 TV の場合、正面に光が集中するようにバックライトが調整されているため、このような結果を示していると思われる。

A6.5.6 ユニフォーミティ

8 ビット表現でレベル 235, 209, 176, 133 の輝度信号(輝度がほぼ 100%, 75%, 50%, 25%になるデジタルレベル)を入力し、コニカミノルタ製２次元色分布測定装置 CA-1000 によりユニフォーミティを測定した。

測定結果を「図 A6.9～図 A6.10　ユニフォーミティの測定結果」に示す。

CRT マスモニではほぼ一様な輝度が保たれているのに対し、液晶 TV ではセンター部分に比べて周辺部では 40%程度も輝度が低下していた。ただし、見た目上は、それほど大きな差があるように感じられなかった。

なお、マスタモニターとして使用する場合、家庭での視聴のような高輝度は必要ないことから、バックライトの光の方向を分散・平均化させることやディスプレイの表示サイズよりもバックライト部分を大きくすることにより輝度の一様性、周辺部の輝度低下を改善できると思われる。

A6.5.7 クロストーク（スミア）

輝度が 25%, 50%, 75%の全面一様な信号(表 A6.1 の信号番号 37～39)を提示している状態で、面積 1/4 の中央部に輝度が 100%あるいは 0%を持つ信号(表 A6.1 の信号番号 40～45)に切り替えた場合の周辺部分の輝度変化率を、トプコンテクノハウス製色彩輝度計 BM-7 を用いて測定した。

その結果を表 A6.4「クロストーク測定結果」に示す。なお、ここで
「輝度変化率＝｜切り替え後の輝度－切り替え前の輝度｜／切り替え前の輝度 x 100 」である。
CRT マスモニでは輝度変化率が大きかったが､周辺部分に帯状の輝度の差は見えなかったことから、高圧保護による輝度変化であって、クロストークによるものではないと思われる。液晶 TV でも周辺部分に帯状の輝度差は見えなかった。

表 A6.4　クロストーク（スミア）の測定結果

切替後のパターン	CRT マスモニ 輝度変化率	液晶 TV 輝度変化率
周辺輝度 25%＋中心輝度 100%のパターン	7.60%	0.70%
周辺輝度 25%＋中心輝度　 0%のパターン	8.90%	1.40%
周辺輝度 50%＋中心輝度 100%のパターン	3.50%	0.00%
周辺輝度 50%＋中心輝度　 0%のパターン	6.10%	2.60%
周辺輝度 75%＋中心輝度 100%のパターン	1.30%	0.00%
周辺輝度 75%＋中心輝度　 0%のパターン	4.80%	2.30%

A6.5.8 MPRT (Moving Picture Response Time)

動画ボヤケに関する測定として VESA（Video Electronics Standards Association）で標準化されつつある MPRT の測定を液晶 TV 提供元の㈱ナナオに依頼した。大塚電子製動画特性測定装置 MPRT-1000 を用いて測定されたデータを図 A6.11 に示す。MPRT 値は 9.6ms であった(参考：一般的に CRT では MPRT 値は 3～4ms である。)

なお、MPRT は液晶の応答速度とは異なる概念のものであり、この値が大きいほど動画ボヤケが目立ってくる。仮に液晶の応答速度が無限大であっても、ホールド表示を行うと人間の視覚特性により動画がぼけて見えることが確認されている。

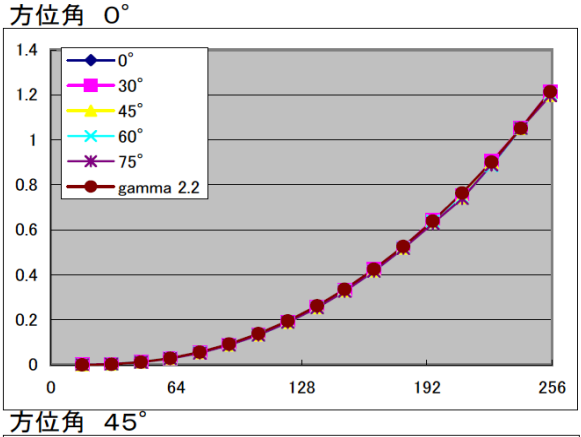
A6.5.9 遅延時間

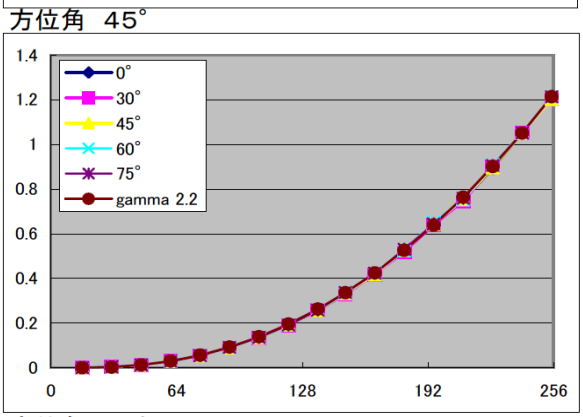
VTR でタイムコードを表示するモードに設定し、映像信号分配器を介して CRT マスモニと液晶 TV のアナログコンポーネント入力端子から信号を入力し、写真撮影を複数回したところ、下の写真のように 1 フレームずれている場合と 2 フレームずれている場合が撮影されたことから、遅延時間差は 1～2 フレームの間であると判断した。

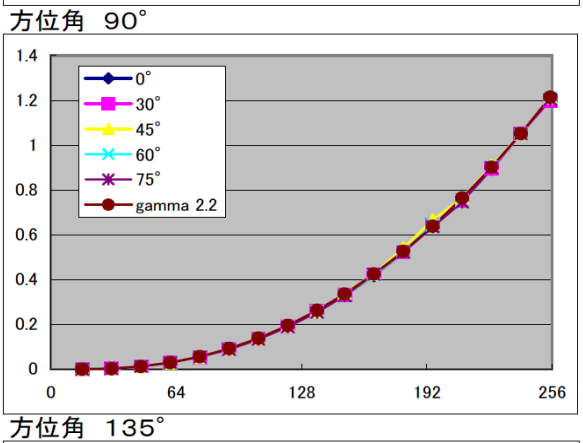
図 A6.2　CRT と液晶 TV との遅延時間測定例

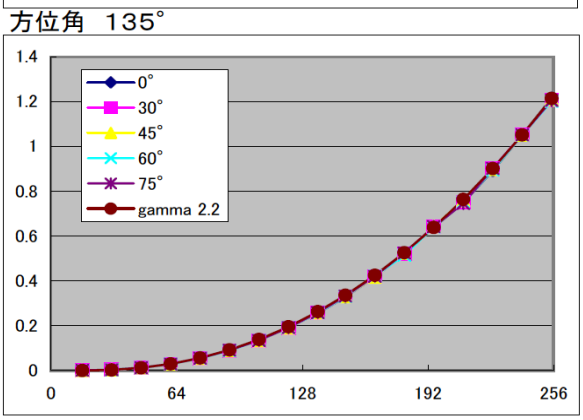
γ特性

CRT マスモニ

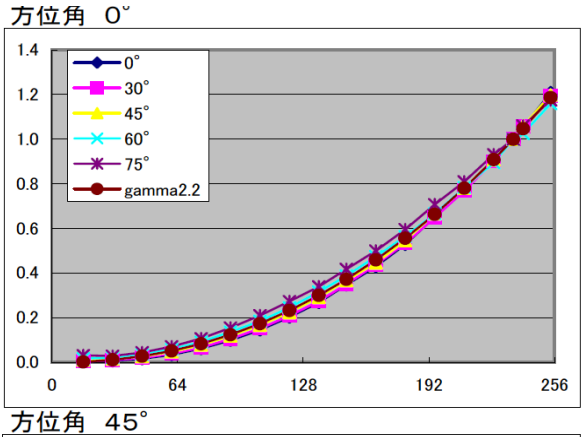


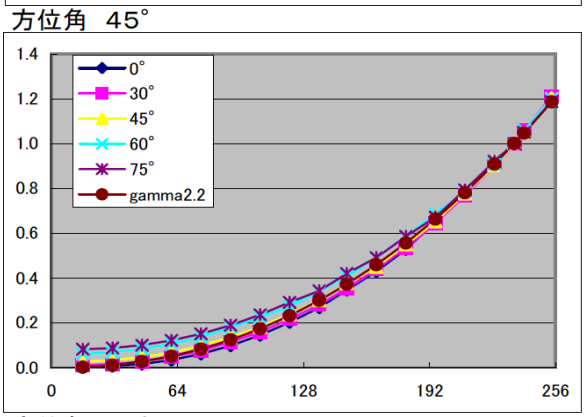


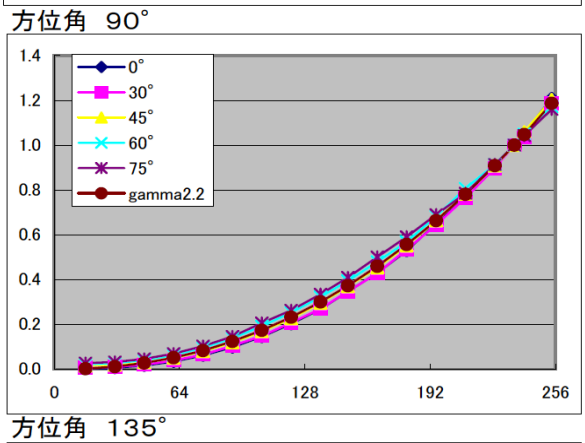




液晶 TV







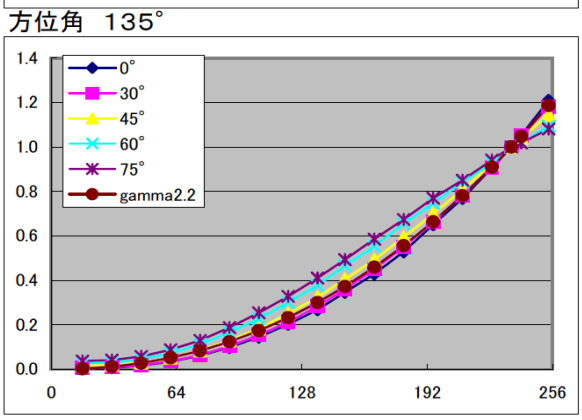


図 A6.3　CRT マスモニおよび液晶 TV でのガンマ特性測定結果

視野角

CRT マスモニ

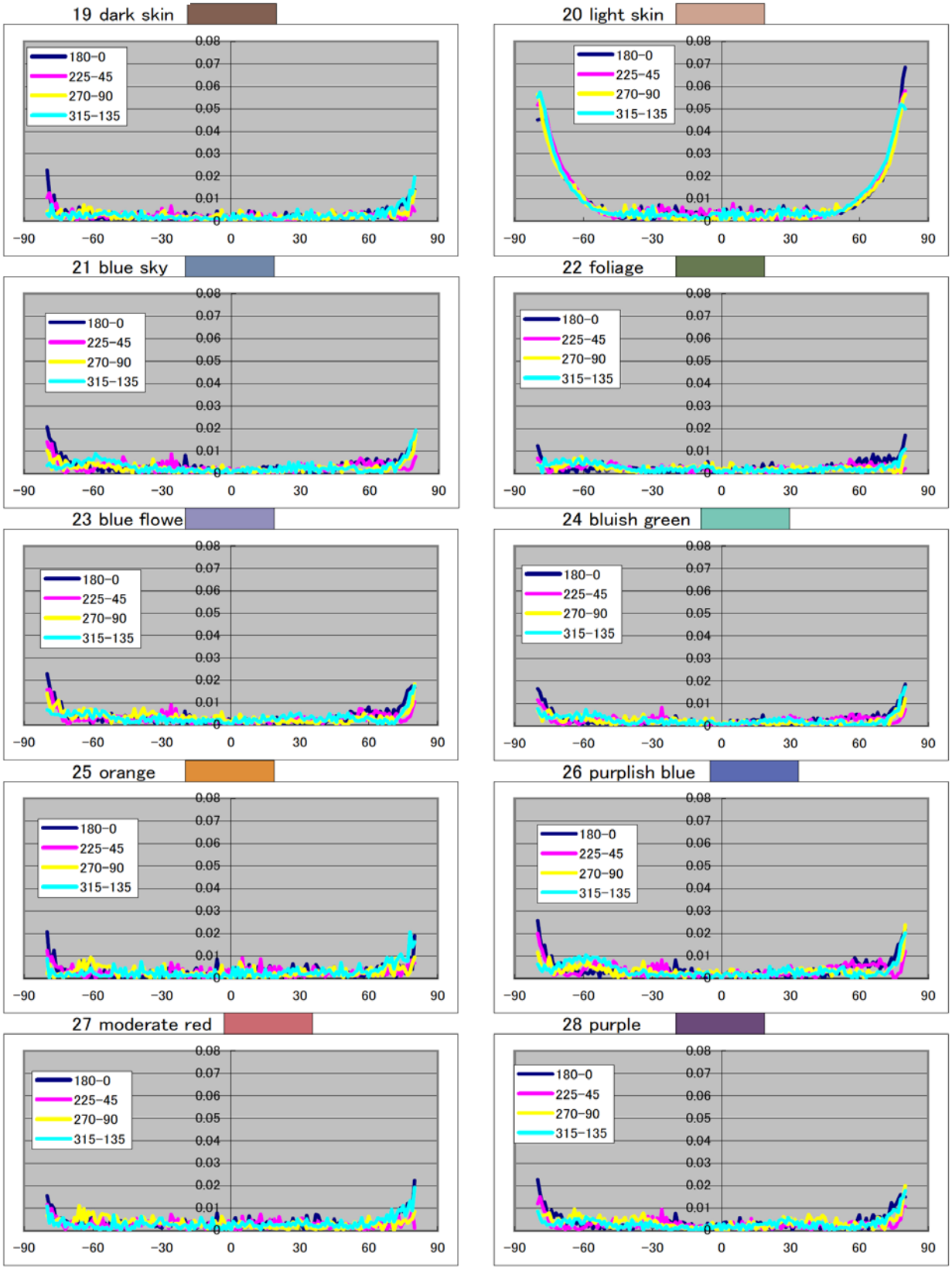


図 A6.4　CRT マスモニでの視野角（色相変化）の測定結果 1

視野角

CRT マスモニ

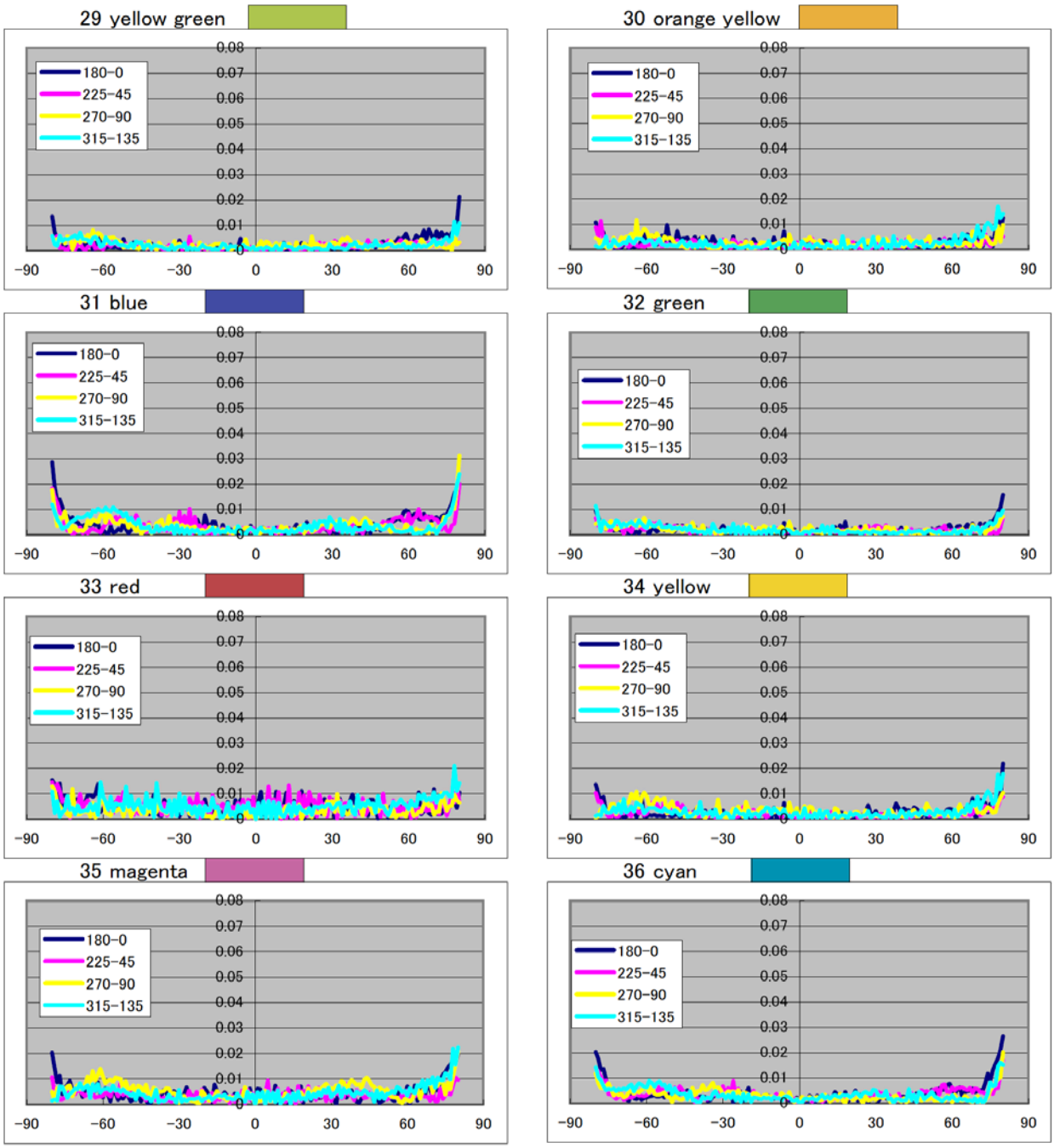


図 A6.5　CRT マスモニでの視野角（色相変化）の測定結果 2

視野角

液晶 TV

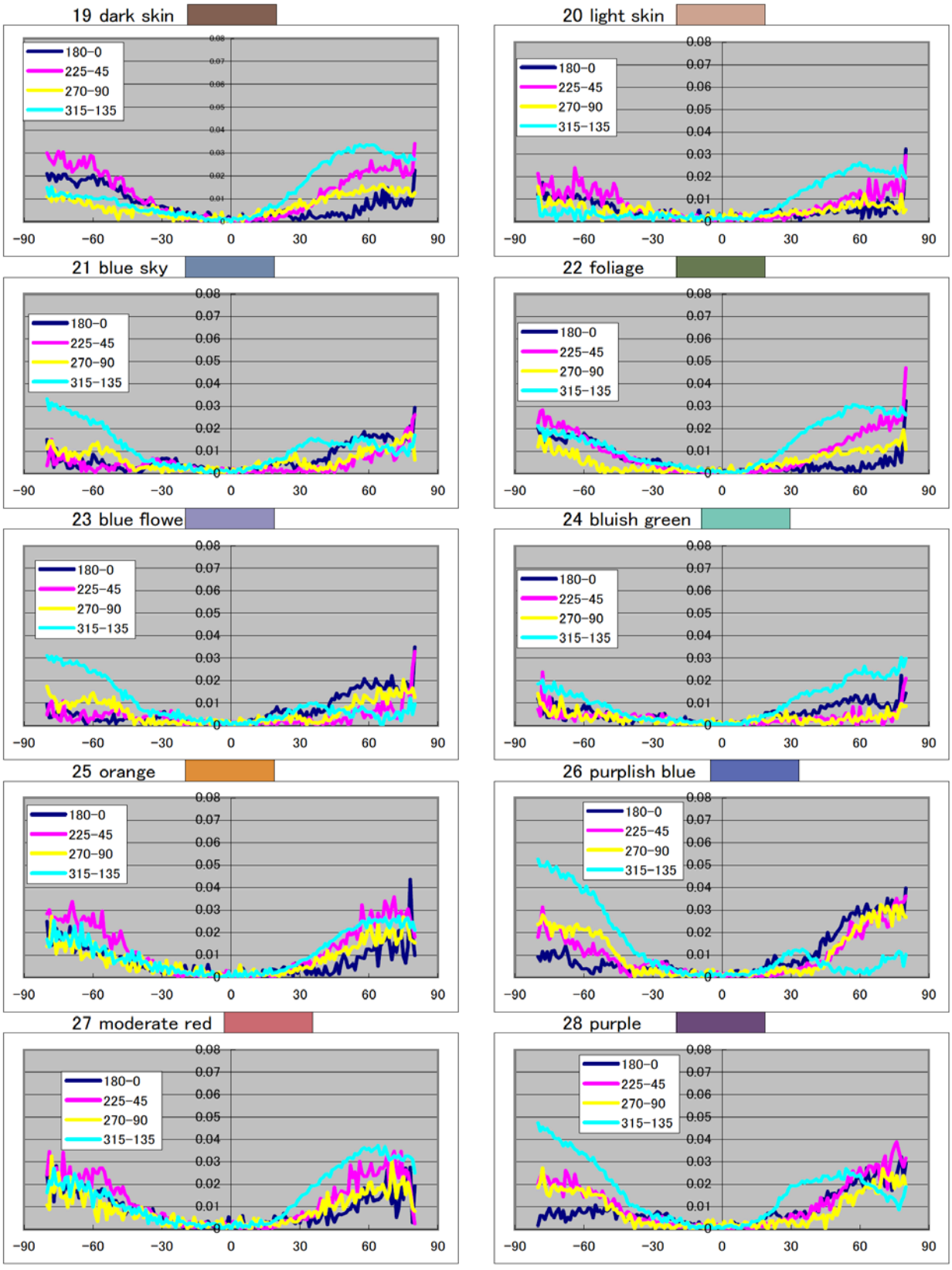


図 A6.6　液晶 TV での視野角（色相変化）の測定結果 1

視野角

液晶 TV

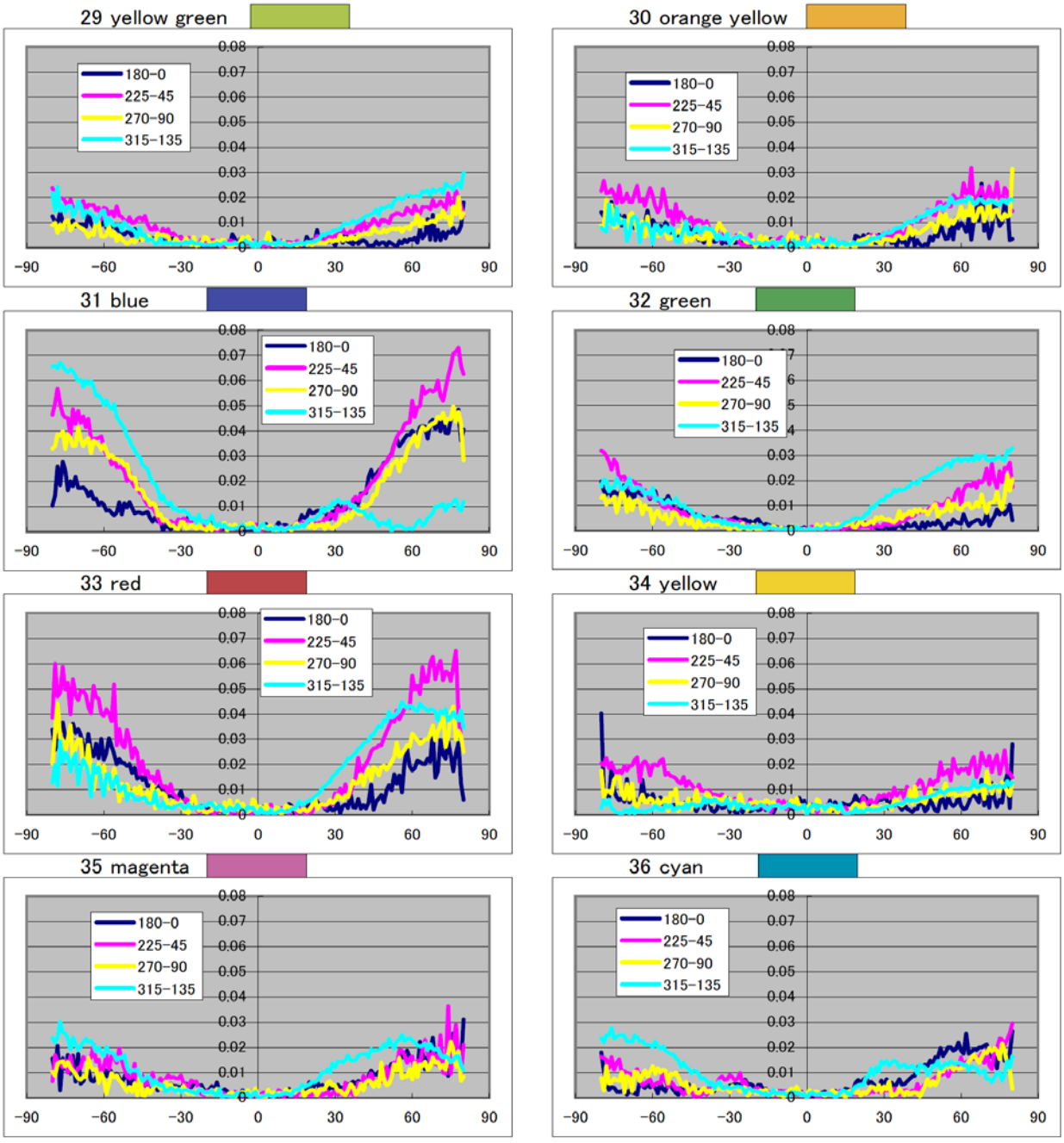
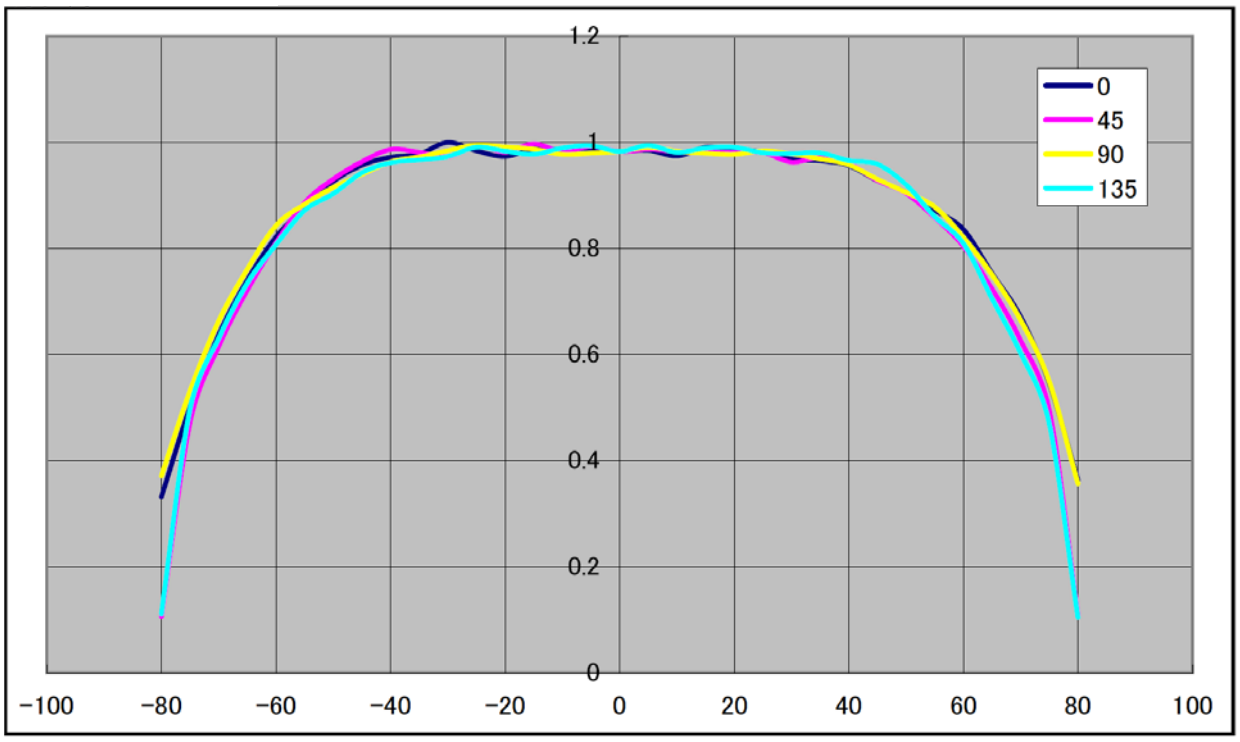


図 A6.7　液晶 TV での視野角（色相変化）の測定結果 2

輝度視野角

CRT マスモニ



液晶 TV

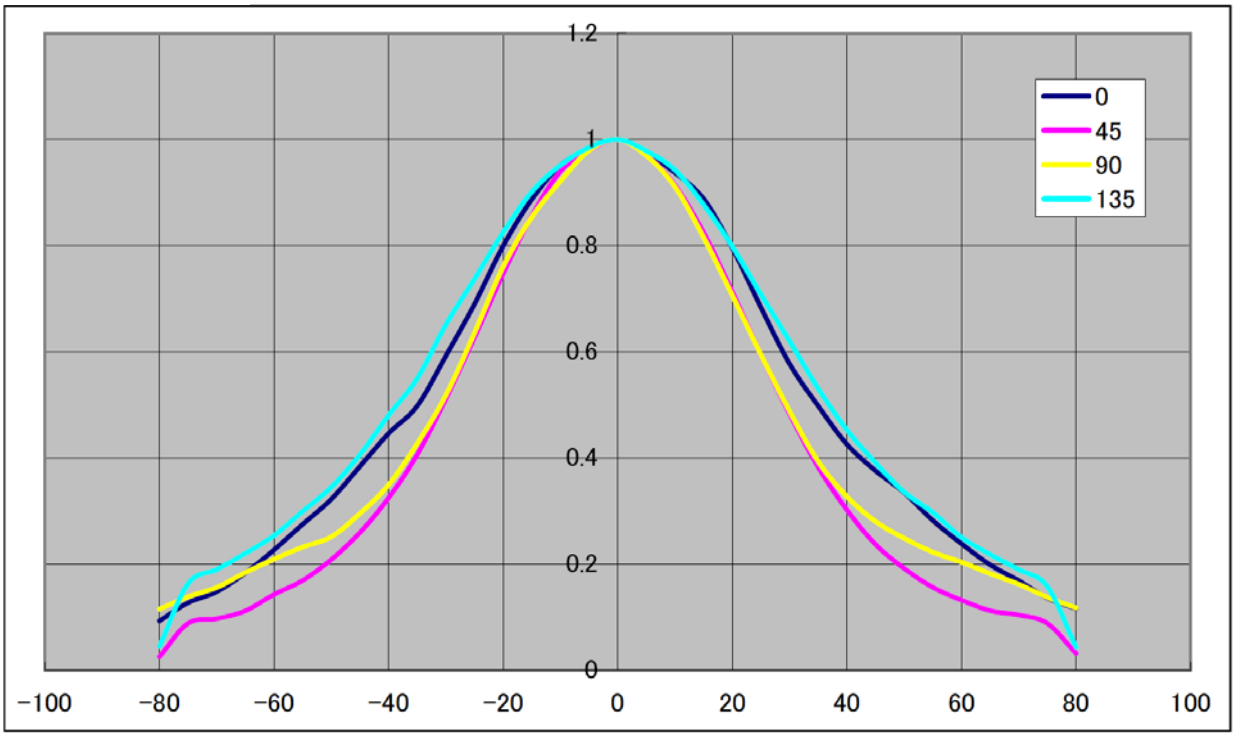
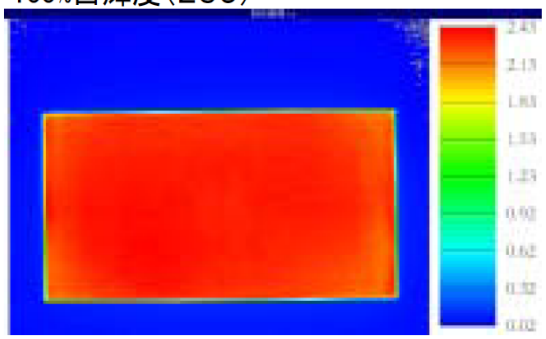


図 A6.8　視野角（輝度変化）の測定結果

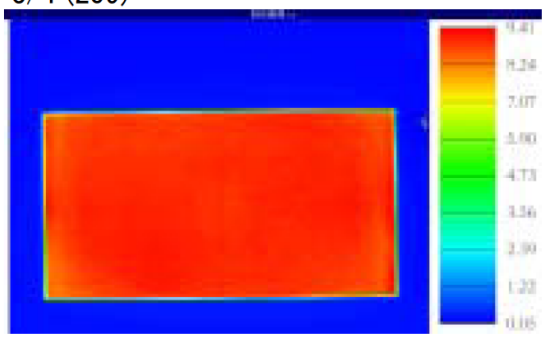
ユニフォーミティ

CRT マスモニ

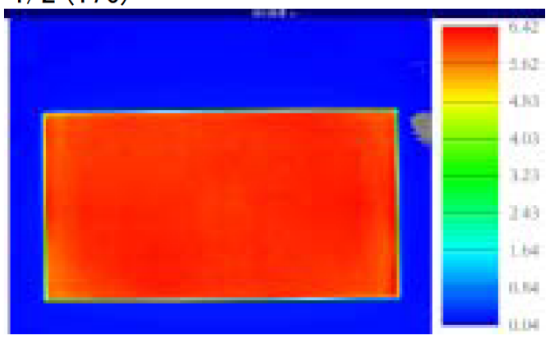
100%白輝度(235)



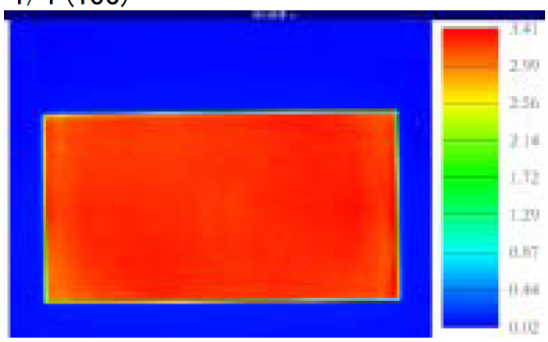
3/4 (209)



1/2 (176)

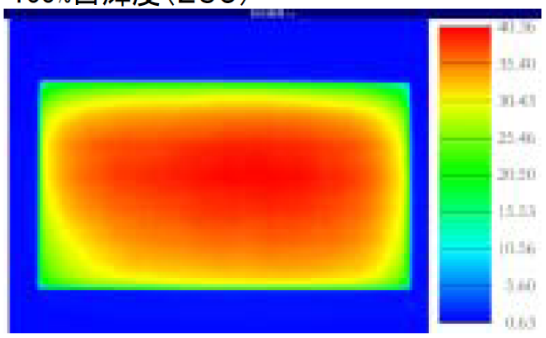


1/4 (133)

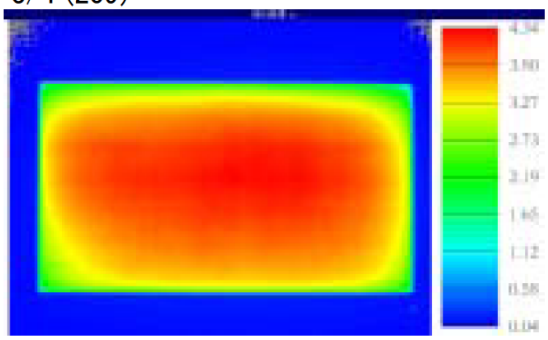


液晶 TV

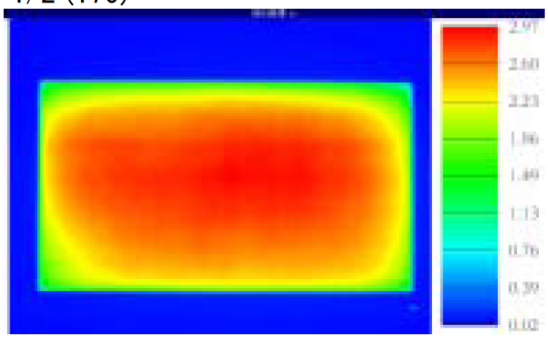
100%白輝度(235)



3/4 (209)



1/2 (176)



1/4 (133)

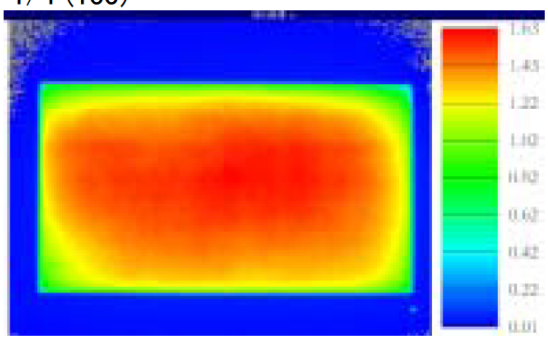
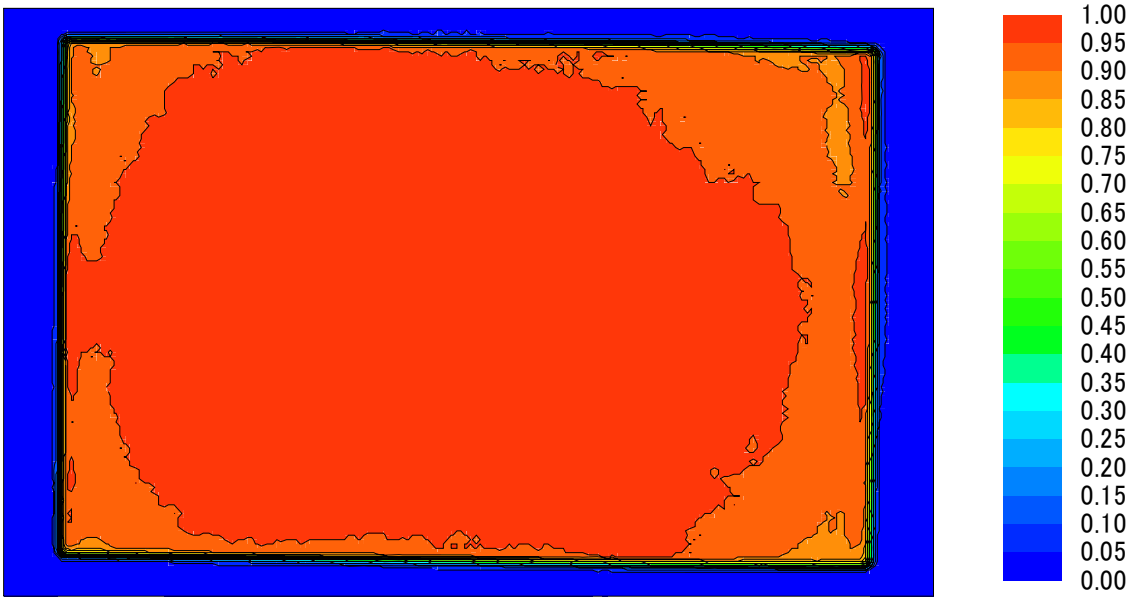


図 A6.9　ユニフォーミティの測定結果 1

CRT マスモニ



液晶 TV

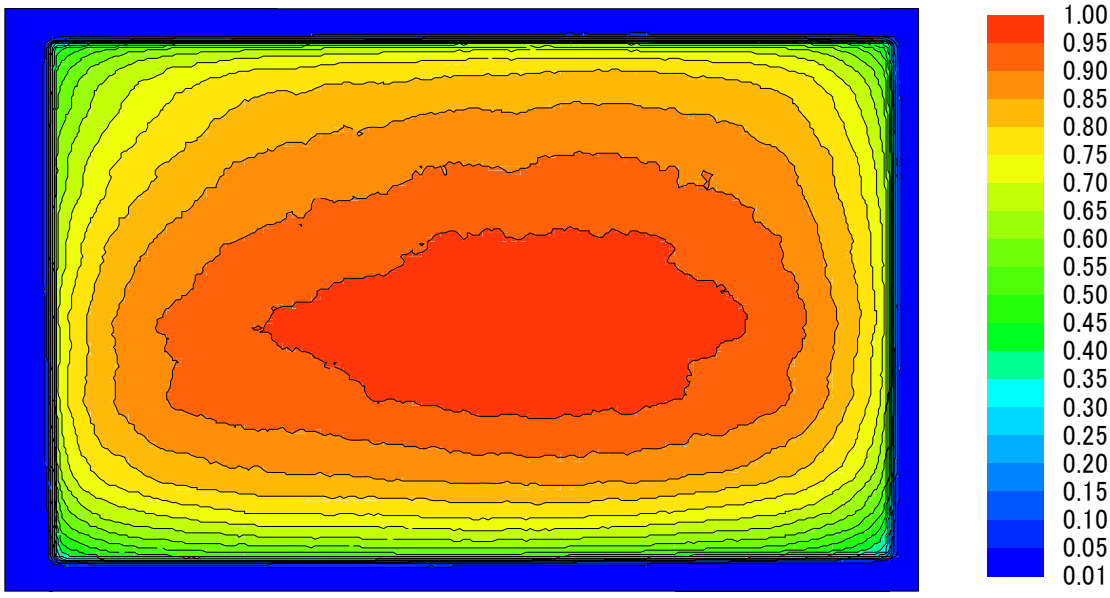
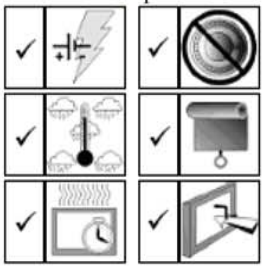


図 A6.10　ユニフォーミティの測定結果 2

MPRT DATA RECORD-SUITE OF BASIC MEASUREMENTS

WhereAplicable



Display Information Manufacture *EIZO NANAO* Model No. *QA-004* Serial No.:

Type of Display ○ Module ○ PC ◉ TV ○ NotePC ○ Other

Description Size: *23* (inch) Resolution *1280x768* Terminal: *Analog*

Equipment

Luminance Manufacture *KonicaMinolta* Model No. *CS1000*

MPRT Manufacture *Otsuka* Model No. *MPRT1000*

Signal Source Timing Resolution *1280x768* (hor)x (ver) Reflesh rate *60* (Hz) SourceFormat: *D4*

Test Person *Nishida* **Date:** *2004/9/28* **Warm-Up Time(min):** *30* **Room temperature(C):** *26*

MPRT(ms)	*9.6*

Display Setting Mode							
Contrast	☑ Standard		Backlight	☑ Maximum		Other	Impuls ON
Brightness	☑ Center						

	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Input Signal Level(ste	*0*	*43*	*82*	*119*	*161*	*205*	*255*
Luminance Level(cd/n							

Normalized-Blurred Edge Time(ms)

		Destination Level						
		Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Start Level	Y0	-	12.6357	9.675695	9.646354	9.521913	9.447117	9.5101
	Y1	9.702801	-	10.66798	9.635408	9.514438	9.522325	9.409015
	Y2	9.627567	9.498423	-	9.480791	9.484194	9.380004	9.44396
	Y3	9.53484	9.548318	9.687359	-	9.303645	9.355297	9.26378
	Y4	9.346719	9.368352	9.47443	9.569821	-	9.324772	9.226023
	Y5	9.261194	9.361829	9.429698	9.407094	9.525721	-	9.149621
	Y6	9.21148	9.127749	9.199048	9.189477	9.227607	9.433216	-

MAX	*12.6*
MIN	*9.3*
AVERAGE	*9.6*

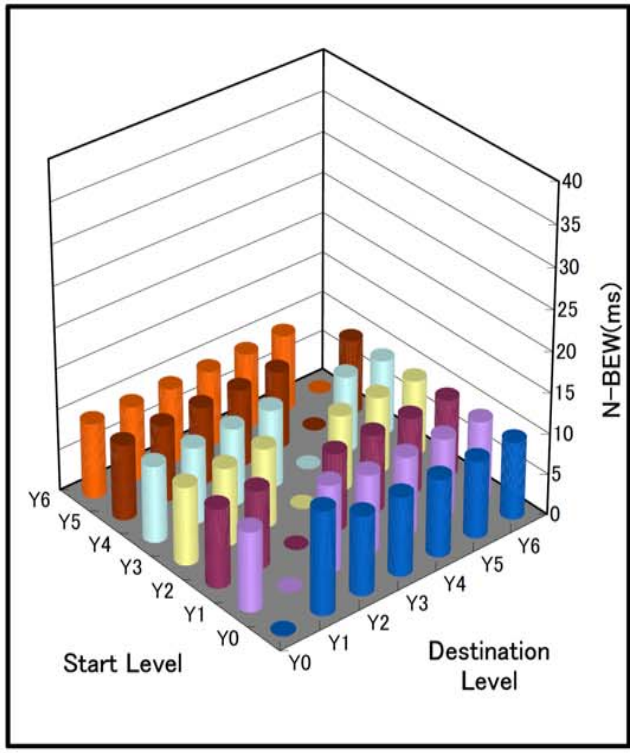


図 A6.11　液晶 TV に対する MPRT 測定データ

表 A6.1　測定に使用した信号パターン

No.	Y	Cb	Cr	10ビット表現での値			8ビット表現での値			評価項目	パターン	備考	
				R	G	B	R	G	B				
1	1019	512	512	(1019)	(1019)	(1019)	254	254	254	γ特性	全面一色		
2	959	512	512	(959)	(959)	(959)	240	240	240	γ特性	全面一色		
3	900	512	512	(900)	(900)	(900)	225	225	225	γ特性	全面一色		
4	840	512	512	(840)	(840)	(840)	210	210	210	γ特性	全面一色		
5	780	512	512	(780)	(780)	(780)	195	195	195	γ特性	全面一色		
6	721	512	512	(721)	(721)	(721)	180	180	180	γ特性	全面一色		
7	661	512	512	(661)	(661)	(661)	165	165	165	γ特性	全面一色		
8	601	512	512	(601)	(601)	(601)	150	150	150	γ特性	全面一色		
9	542	512	512	(542)	(542)	(542)	136	136	136	γ特性	全面一色		
10	482	512	512	(482)	(482)	(482)	121	121	121	γ特性	全面一色		
11	422	512	512	(422)	(422)	(422)	106	106	106	γ特性	全面一色		
12	362	512	512	(362)	(362)	(362)	91	91	91	γ特性	全面一色		
13	303	512	512	(303)	(303)	(303)	76	76	76	γ特性	全面一色		
14	243	512	512	(243)	(243)	(243)	61	61	61	γ特性	全面一色		
15	183	512	512	(183)	(183)	(183)	46	46	46	γ特性	全面一色		
16	124	512	512	(124)	(124)	(124)	31	31	31	γ特性	全面一色		
17	64	512	512	(64)	(64)	(64)	16	16	16	γ特性、黒輝度、コントラスト比	全面一色		
18	940	512	512	(940)	(940)	(940)	235	235	235	全白輝度、ユニフォーミティ、コントラスト比	全面一色		
19							129	96	82	色視野角	全面一色	dark skin	
20							205	163	144	色視野角	全面一色	light skin	
21							112	135	169	色視野角	全面一色	blue sky	
22							103	121	81	色視野角	全面一色	foliage	
23							146	142	188	色視野角	全面一色	blue flower	
24							120	198	182	色視野角	全面一色	bluish green	
25							223	141	57	色視野角	全面一色	orange	
26							91	106	178	色視野角	全面一色	purplish blue	

27							203	106	114	色視野角	全面一色	moderate red	
28							107	74	122	色視野角	全面一色	purple	
29							173	197	78	色視野角	全面一色	yellow green	
30							233	175	61	色視野角	全面一色	orange yellow	
31							65	75	163	色視野角	全面一色	blue	
32							88	160	87	色視野角	全面一色	green	
33							186	70	73	色視野角	全面一色	red	
34							240	208	47	色視野角	全面一色	yellow	
35							197	103	162	色視野角	全面一色	magenta	
36							0	146	178	色視野角	全面一色	cyan	
37	533	512	512	(533)	(533)	(533)	133	133	133	ユニフォーミティ、クロストーク	全面一色		
38	705	512	512	(705)	(705)	(705)	176	176	176	ユニフォーミティ、クロストーク	全面一色		
39	834	512	512	(834)	(834)	(834)	209	209	209	ユニフォーミティ、クロストーク	全面一色		
40 ①	533	512	512	(533)	(533)	(533)	133	133	133	クロストーク	右図参照		① ②
40 ②	940	512	512	(940)	(940)	(940)	235	235	235				
41 ①	533	512	512	(533)	(533)	(533)	133	133	133	クロストーク	右図参照		
41 ②	64	512	512	(64)	(64)	(64)	16	16	16				
42 ①	705	512	512	(705)	(705)	(705)	176	176	176	クロストーク	右図参照		
42 ②	940	512	512	(940)	(940)	(940)	235	235	235				
43 ①	705	512	512	(705)	(705)	(705)	176	176	176	クロストーク	右図参照		
43 ②	64	512	512	(64)	(64)	(64)	16	16	16				
44 ①	834	512	512	(834)	(834)	(834)	209	209	209	クロストーク	右図参照		
44 ②	940	512	512	(940)	(940)	(940)	235	235	235				
45 ①	834	512	512	(834)	(834)	(834)	209	209	209	クロストーク	右図参照		
45 ②	64	512	512	(64)	(64)	(64)	16	16	16				
46 ①	940	512	512	(940)	(940)	(940)	235	235	235	クロストーク	右図参照		
46 ②	64	512	512	(64)	(64)	(64)	16	16	16				
47 ①	64	512	512	(64)	(64)	(64)	16	16	16	クロストーク	右図参照		
47 ②	940	512	512	(940)	(940)	(940)	235	235	235				
48				940	64	64	235	16	16	色再現範囲	全面一色	red	
49				64	940	64	16	235	16	色再現範囲	全面一色	green	
50				64	64	940	16	16	235	色再現範囲	全面一色	blue	

付録７　　CRT マスモニと LCD-TV との比較主観評価試験結果報告

A7.1　目的

平面ディスプレイをマスタモニターとして使用する場合の要求条件の設定することを目標として審議を進めている段階において、現状（2005 年 4 月時点）の LCD の画質・性能を把握しておくことは重要との考えに基づき、CRT と LCD の画質に関する比較主観評価テストを行った。異なるモニターの画質を比較主観評価する方法として確立されたものがなかったため、この比較主観評価試験に関しては、評価方法も含めて、ITU-R SG6 の中の WP6Q へ寄与文書として報告した。

なお、液晶パネルには、OCB(Optical Compensated Birefringence)方式、VA(Vertically Aligned)方式、IPS(In-Plane-Switching)方式などがあり、それぞれに特徴を持っている。(付録３　第 A3.20 項を参照のこと)今回実験に使用したものは OCB 方式であり、しかも画質は調整や設計思想によってもかなり変わることから、ここでの結果は対象とした液晶モデルのみに対するものであり、他の液晶方式、モデルに当てはまるものではない。また性能は向上を続けており、ここでは評価テスト実施時点での性能を示しているだけで、CRT と LCD の間の普遍的な画質上の位置づけを示すものでないことを強調しておく。

A7.2　概要

主観評価手法：	同時繰り返し提示による一対比較法
主観評価評定者数：	36 名（映像専門家）
評価試験日時：	2005 年 4 月 26 日（火）、10 時 30 分～15 時 30 分
評価試験場所：	NHK 放送技術研究所内
評価画像：	動画像 30 サンプル（15 秒素材 x 25 サンプル、60 秒素材 x 5 サンプル）

A7.3　実施方法

A7.3.1　モニター観視条件

Rec. ITU-R BT 710-4 における HDTV 標準観視条件を基本とした。ただし、今回の評価試験は、TV 番組制作において副調整室等で使用されるマスタモニターとしての適性を評価することを目的としていることから、実際の副調整室での視聴環境を想定して室内照明（モニター周囲照度）を落とした状態で主観評価試験を実施した。なお、CRT・LCD の色温度に関しては、日本の放送局で運用されている D93 に設定した。

A7.3.2　モニターサイズ、型名

標準的な HDTV スタジオで使用されるマスタモニターを想定して、モニターサイズは 24 インチ程度とした。今回使用したモニターは以下のとおりである。(CRT モニターはマスタモニターとして使用されているもの。LCD はマスモニ用のものはないので家電品として販売されているもの)

①CRT モニター： ソニー製 24 インチ 型名 BVM-D24E1WJ　1 台、型名 BVM-D24E1W　1 台
②LCD モニター： ナナオ製 23 インチ 型名 VT23XD1　2 台　（画素数：1280 x 768）

A7.3.3　主観評価に使用した映像素材

評価用の動画像に関しては「ITE ハイビジョン・システム評価用標準動画像」を中心にして、いろいろの特徴を持つ映像が含まれるように選択した。動きの激しいもの、ゆっくり動くもの、暗い部分の階調性が求められるもの、明るい部分の階調性が求められるもの、色の濃いもの、肌色を基調とするもの、振り子や文字盤の回転のような特殊なもの、水銀灯によるフリッカーの激しいもの、静止画などが含まれている。

標準動画像以外に最近のカメラで収録した映像を加えたが、映像は圧縮率の低いもの（圧縮率 1/5 程度）、もしくは非圧縮の映像を使用した。

今回使用した画像サンプル（30 サンプル）を表 A7.1 に示す。No.1～No.25 は 15 秒の素材で、2 回提示で使用し、No.26～No.30 は 60 秒の素材で、1 回提示で使用した。なお、No.1～No.25 の素材は、Rec.ITU-R BT 1203-3 に登録されており、その中の TABLE 4 での番号も記載しておく。

A7.3.4　評価方法

「同時繰り返し提示による一対比較法」を用いた。

(参考文献)　成田長人,杉浦幸雄：動画像における異種劣化の主観評価法に関する検討
信学技報 CS96-125,IE96-94(1996-12)

A7.3.5　モニターの設置状況と評価者の位置

図 A7.1 にモニター設置状況および評価者の位置を示す。比較する 2 台のモニターは角度をつけて並べ、複数の評定者間で視聴環境になるべく差がないように考慮して CRT と LCD を設置した。

主観評価試験を効率良く進めるために、図 A7.1 に示すように 2 組の CRT と LCD を設置し、中央に仕切り板を置いて、2 組同時に主観評価試験を実施した。

視距離は 3H とした。中央の席の人は前傾になることにより、左右の 2 人と同様に 3H になるようにしたが、評価者の姿勢により中央の席では左右の席に比べて若干視距離が長くなっていることがあった。3 人を一列に並べなかった理由は、横 1 列では左右の人がモニターをかなり斜めから見るようになってしまい、特に LCD では色や明るさが正面から見る場合と異なってしまうことを避けるためである。

A7.3.6　画像の提示方法

図 A7.2 に画像提示方法を示す。CRT モニターに提示される画像品質を基準にして、LCD モニターに提示される画像の品質を 7 段階尺度で判断する。評価の精度を上げるため、No.01～No.25 の映像サンプルに対しては 15 秒の評価画像の提示を 2 回繰り返し、評価記入時間を加えて 1 セットを 45 秒とする。No.26～No.30 の映像サンプルに対しては 60 秒の評価映像を 1 回提示した。

A7.3.7　評価尺度

表 A7.2 に示す 7 段階評価尺度を用いる。CRT モニターに提示される画像品質を基準にして、LCD モニターに提示される画像の品質を 7 段階尺度で判断する。

なお、点数による評価に加えて、No.01～No.25 の映像に対して画質的に感じたこと、印象に残ったこと、気になったことなどをまとめて記載してもらった。No.26～No.30 の映像に対してはそれぞれ 60 秒の素材であり、各映像に対して画質的に感じたこと、印象に残ったこと、気になったことなどを個別に記載してもらった。

表 A7.1　主観評価用素材として使用した映像サンプル

NO	ITE HDTV 評価用標準動画像の番号	Rec. ITU-R BT 1210-3の TABLE 4 での番号	備　　考
1	2	2	花かご
2	3	3	鳥かごと女性
3	4	4	玄関ホール
4	7	7	市場
5	13	13	教会
6	15	15	走るヨット
7	16	16	シャチのジャンプ
8	18	18	雪景色と川舟
9	19	19	開会式
10	20	20	サッカー
11	23	23	並木道
12	32	32	苔と石仏
13	33	33	マスゲーム
14	34	34	ホッケー
15	35	35	競馬
16	42	42	垂直ロール
17	43	43	水平ロール
18	46	46	みずまき
19	47	47	シーンチェンジ
20	49	49	文字パターン
21	52	52	回転板（1/1000）
22	55	55	振り子（1/1000）
23			モノスコの回転（1/1000）
24			日本人形
25			屋外景色（720P カメラ使用）
26			オーケストラ
27			ロードレース
28			山/景色
29			音楽番組
30			駐車場（フリッカーのある風景）

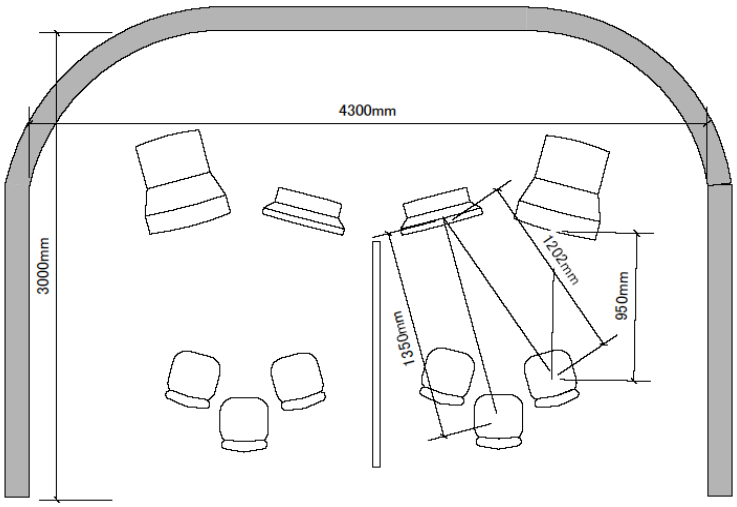


図 A7.1　モニター設置状況と評価者の位置

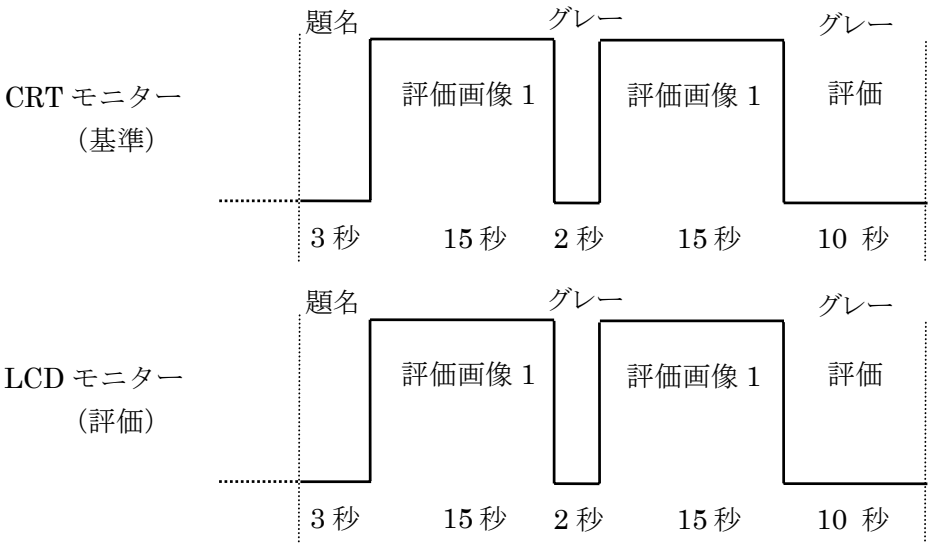


図 A7.2　同時繰り返し法における画像の提示方法

表 A7.2　評価尺度

7 段階評価尺度	
評点	評価用語
＋3	非常に良い
＋2	良い
＋1	やや良い
0	同じ
－1	やや悪い
－2	悪い
－3	非常に悪い

A7.3.8　評定者数

今回の比較評価試験は、番組制作における映像の品質を判断するのに使用されるマスタモニターの評価であるため、映像の専門的な知識が必要であり、放送局の映像担当者やメーカのモニター設計担当者ら計 36 名の映像専門家が評価者として参加した。

A7.3.9　解析の手法

Rec. ITU-R BT 500 に記載されている系列範疇法を導入し、平均値や 95%信頼区間の算出に加えて、得られた評価点から心理尺度を求め、各画像の心理尺度を数値化した。

A7.4　主観評価結果

評価結果の度数分布を図 A7.3 に示す。また、平均値、95%信頼区間、心理尺度を表 A7.3 に示し、その内容をグラフ化したものを図 A7.4 に示す。

A7.5　結果（点数、コメント）の考察

図 A7.3 の度数分布の結果より、評価点が 0～－1 にかなり集中していることが判る。このことは、CRT モニターに比較して LCD モニターが若干ではあるが画質が低いと判断されたと考えられる。

図 A7.4 では評価の悪い画像を点数によりいくつかに分類でき、各分類に属する画像に共通点が見られることが分かった。

(1) グループ1： 画像サンプル22
最も評価点が低いグループである。サンプル22は（振り子1/1000）の映像であり、LCDの動解像度（動画ボヤケ）が悪いことが主な要因と考えられる。

(2) グループ2：画像3(玄関ホール)、12(苔と石仏)、21(回転板1/100)、26(オーケストラ)。
次に評価点が低いグループである。「玄関ホール」、「苔と石仏」、「オーケストラ」では暗い映像部分が多くあるが、LCDでは暗部で若干浮き上がった映像になっていたことから、暗い映像部分での表現の差により、評価点が低くなったと考えられる。

(3) グループ3：画像5(教会)、11(並木道)、15(競馬)、17(水平ロール)、23(モノスコ回転1/1000)
これらは比較的高精細な被写体が動いている映像であるため、LCDの動画ボヤケによる見た目上の解像度不足が認識され、評価点が低くなったと思われる。

特殊な場合として、画像30（駐車場（フリッカーのある風景））では評価点数のばらつきが大きくなっている。これは、水銀灯によるフリッカーがCRTでは激しく見られたが、LCDでは相当に減少して見えたため、CRTと同様に見えないことで低い評価をした人と、フリッカーが見えない方が自然な見え方であると判断し、CRTと同等もしくは良い評価をした人が混在したことによると思われる。なお、画像30に対する評価結果は正規分布をなしていないため、心理尺度の計算から除外した。

点数による評価に加えて、各評定者に、画質的に感じたこと、印象に残ったこと、気になったこと等を記載してもらった。記載された内容を共通項目ごとに分類し、まとめた内容を表A7.4に示す。

記載された内容に関して簡単に紹介すると、黒レベルに起因するものが最も多かった。LCDの黒レベルは、CRTに比べて高いため、CRTと同様のコントラスト比を確保できず、低輝度部分が多い映像ではかすみがかかったように見えるとか、奥行き感、立体感が乏しく感じられる、光沢や質感がなくなっている、画全体にしまった印象がないなどの指摘もあった。また、低輝度部分での階調性がない、黒の中での微妙な差異を表現できていない、動画ボヤケによって見た目の解像度が低下して解像度不足を感じるなどのコメントも多かった。一方で、LCDの色合いの方が好ましく感じる、明るいシーンではLCDの方に良い印象を持ったなどのコメントもあった。

A7.6　結論

点数評価でも評価画像によってはCRTとほぼ同等の結果が得られており、コメントでも良い印象を持ったことを伝えるものがある程度含まれていたことから、LCDの画質はCRTマスタモニターにかなり近づいていることが分かった。いわゆるピクチャモニターとしては使用できるかもしれないと思われるレベルである。

しかしながら、マスタモニターとして使用するにはさらなる画質改善が必要であると判断された。特に、黒レベル、動画ボヤケ、低輝度部での階調性における改善が必要である。

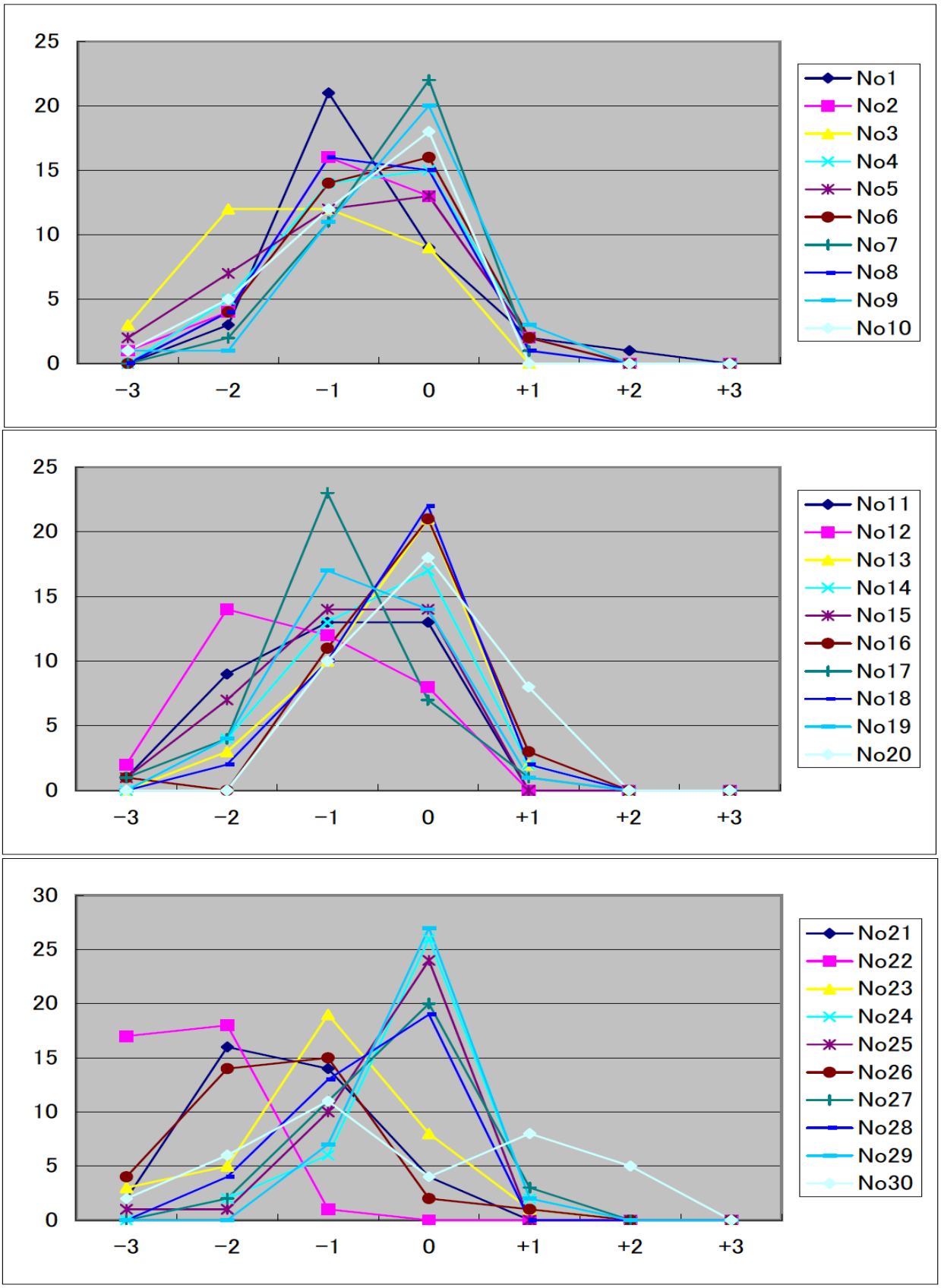


図 A7.3　主観評価結果（度数分布）

表 A7.3　主観評価結果（平均値、95%信頼区間、心理尺度）

NO	標準動画像	評価映像タイトル	平均値	95%信頼区間	心理尺度
1	2	花かご	−0.6	±0.27	−0.81
2	3	鳥かごと女性	−0.7	±0.28	−0.82
3	4	玄関ホール	−1.3	±0.31	−1.37
4	7	市場	−0.6	±0.26	−0.72
5	13	教会	−0.8	±0.33	−0.95
6	15	走るヨット	−0.6	±0.25	−0.67
7	16	シャチのジャンプ	−0.4	±0.21	−0.47
8	18	雪景色と川舟	−0.6	±0.24	−0.75
9	19	開会式	−0.4	±0.26	−0.46
10	20	サッカー	−0.7	±0.27	−0.79
11	23	並木道	−0.9	±0.28	−1.05
12	32	苔と石仏	−1.3	±0.29	−1.4
13	33	マスゲーム	−0.4	±0.24	−0.47
14	34	ホッケー	−0.5	±0.25	−0.63
15	35	競馬	−0.9	±0.27	−0.97
16	42	垂直ロール	−0.3	±0.24	−0.40
17	43	水平ロール	−0.9	±0.24	−1.08
18	46	みずまき	−0.3	±0.22	−0.41
19	47	シーンチェンジ	−0.7	±0.23	−0.79
20	49	文字パターン	−0.1	±0.23	−0.17
21	52	回転板（1/1000）	−1.4	±0.25	−1.58
22	55	振り子（1/1000）	−2.4	±0.18	−2.58
23		モノスコの回転（1/1000）	−1	±0.30	−1.18
24		日本人形	−0.2	±0.21	−0.28
25		屋外景色（720P カメラ使用）	−0.4	±0.23	−0.49
26		オーケストラ	−1.5	±0.29	−1.65
27		ロードレース	−0.3	±0.23	−0.43
28		山/景色	−0.6	±0.23	−0.67
29		音楽番組	−0.1	±0.16	−0.20
30		駐車場（フリッカーのある風景）	−0.3	±0.49	---

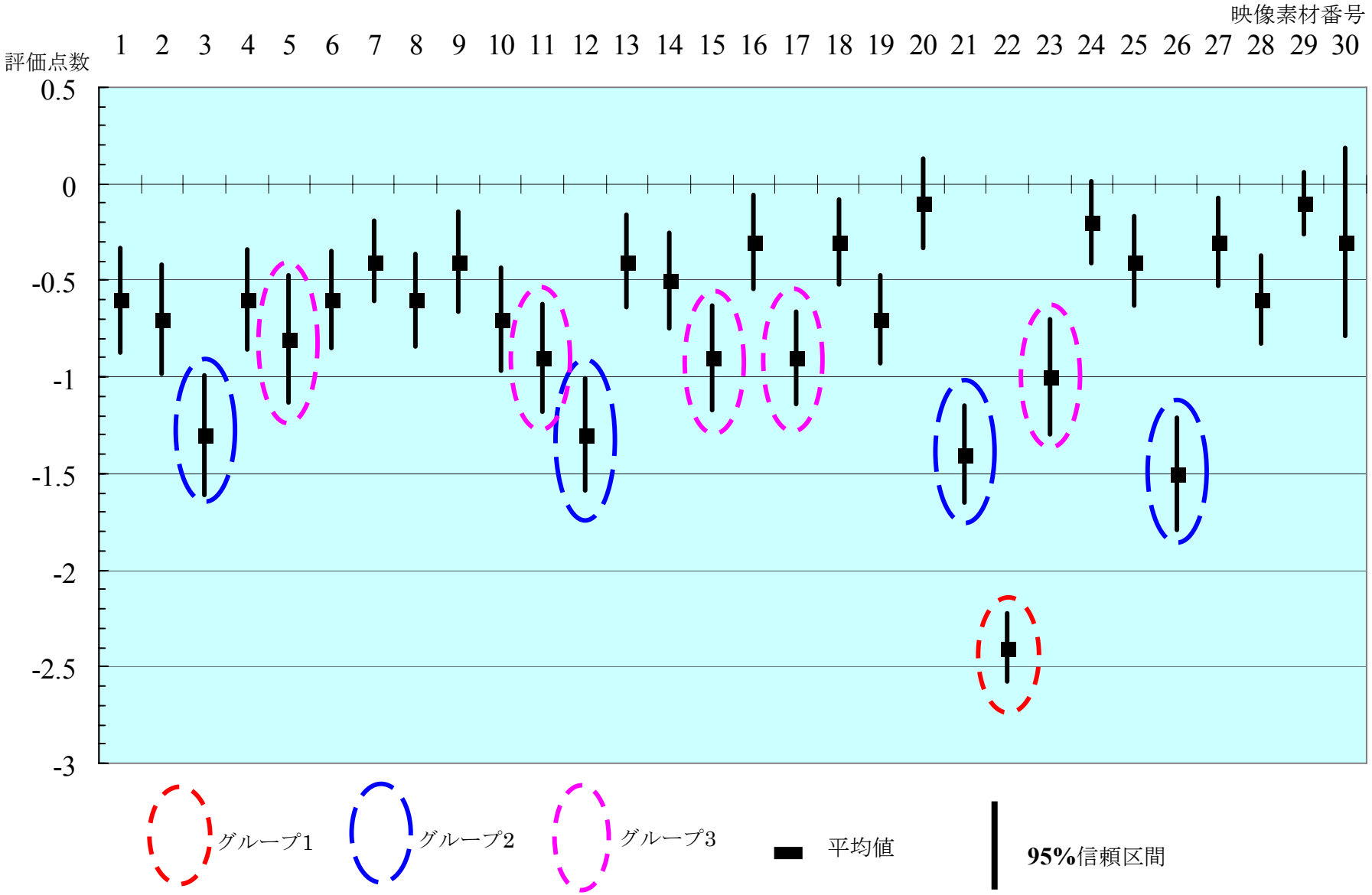


図 A7.4　各映像素材に対する評価点の平均値と 95%信頼区間

表 A7.4　LCD と CRT との主観評価比較試験でのコメント

(1) 黒レベル、コントラスト比
主観評価試験で使用した LCD の黒レベルは、CRT に比べて高いため、CRT と同様のコントラスト比が確保できず、低輝度部分が多い映像ではかすみがかかったように見えるとの指摘が多かった。これに関連して、奥行き感、立体感が乏しく感じられる、光沢や質感がなくなっている、画全体にしまった印象がないなどの指摘もあった。 さらに、別途記載する階調性と関連すると思われるが、ひとくちに黒と言っても、ほんのわずか、薄かったり、緑がかったり、光沢があったりと、黒の中でもかなり多くの色があり、異なる見え方をするものであるが、LCDでは、このあたりの微妙な差異を表現できていないとの指摘もあった。逆に、黒が赤い、オーケストラの背広の黒が赤っぽい、赤みがかっている、マジェンタ寄りなど、本来の黒からずれて赤みを帯びているとの指摘も多かった。 今回の主観評価比較試験では、マスタモニターとしての使用を前提に副調整室と同程度に部屋を暗くした状態で実施したこともあり、LCD での黒の表現（黒浮き、赤み)、低コントラストによる画質低下が目につきやすかったと思われ、これらを指摘するコメントが最も多かった。
(2) 階調性
低輝度部分での階調性がないとの指摘も多かった。LCD の黒レベルが CRT に比べて高く、特に低輝度部分でのコントラストが十分に確保できていないこともあるが、上記の「黒レベル、コントラスト比」に記載した黒の中での微妙な差異を表現できていないことから、ベタッとした黒であるとか、黒い服、髪の毛、楽器における質感の違いがないなど、低輝度部での階調性の不足による画質低下を指摘するコメントが多かった。
(3) 動画ボヤケ
動画ボヤケに関しては、以前に比べかなり改善され、速い動きでなければ問題ないとの指摘もあったが、まだ不十分であるとの指摘の方が圧倒的に多かった。水平方向に動いた際のボヤケが気になるとの指摘は多かった。 静止画においてシャッキリ見えていた状態から、動き出した途端に動画ボヤケによって見た目の解像度が低下したり、細い線が動き出したら太く見えたりと、静止状態と動状態との見え方の違いによる違和感を指摘するコメントもかなりあった。静止画では、LCD の方が CRT よりもエッジが立っているように見えることもあり、逆に動き出したときに動画ボヤケが強調されて認識される傾向があるようだ。
(4) 解像度
LCD の解像度が CRT よりも低いとの指摘が何件かあった。使用した LCD は画素数が 1280x768 で RGB の画素ピッチは約 0.40mm であり、CRT のシャドウマスクのピッチは約 0.25mm であるので、物理的には解像度は劣るかもしれないが、一方で、フォーカス感は LCD の方がある、解像度は十分あると感じた、縦線は LCD の方がクッキリ割れて見えた等の指摘もあり、静止解像度としては 23 インチという小さいサイズであることもあって CRT と比べてほぼ遜色ないと思われる。しかし、CRT では動画でも同様の解像度を維持するのに対し、LCD では動画ボヤケが解像度低下として認識されるため、平均的な印象として LCD の解像度は低いと感じられたようだ。

(5) ムラ

グレー部での輝度ムラが気になる、フラットなところで S/N が気になる、ざらついて見える、色ムラが見える等の指摘があった。LCD の中心部と周辺部の輝度の違いよりもずっと僅かな輝度差・色ずれでも、フラットな小面積内にそれがあると認識されやすい。特に顔のアップでムラが見えるととても目につく。

(6) 色の違い

色調が少し違う(特に中間調)、肌色が特に違う、色合いの違いはどう評価すべきか悩んだなど、再現された色の違いに関するコメントがあった。ただ、この違いに対して、LCD の方がきれいに見える、日本人の肌色としては LCD の方を好ましく感じる等のコメントが複数あり、色に関しては LCD と CRT に違いがあっても、むしろ LCD の方が好意的にとらえられた。特に音楽番組のような彩度の高い映像では、キレ、色の鮮やかさの点で LCD に対してとても良い印象が持たれた。

(7) 質感、奥行き感

LCD は奥行き感がないように見える、CRT の映像は自然な印象を与える、CRT と LCD では質感に差がある、LCD は深みがない、LCD ではエッジが立っていて遠近感が不自然などのコメントがあった。

奥行き感、質感に対する印象は、黒レベル、コントラスト、解像度、色再現等が総合的に影響してくると思われるが、LCD では、落ち着いて見る映像で物足りなさを感じさせる傾向があった。

(8) フリッカー

水銀灯のフリッカーが CRT に比べて大幅に減ることが確認された。フリッカー狙いでの表現手法がなくなるとのコメントもあったが、フリッカーがない方が好ましいと受け取った人の方が多かった。

逆に、LCD をマスタモニターとして使用していてフリッカーに気付かず収録し、家庭において CRT で見られる場合を想定し、問題ありと指摘したものもあった。

さらに、映像信号として信号レベルが高低の変動をしている（すなわちフリッカー成分がある）場合は、マスタモニターの「測定器」としての役割から、当然、それが認識できることが必要と考える。すなわち被写体の置かれている現場において肉眼でどう見えるかが問題ではなく、カメラを通して生成された映像信号がフリッカー成分を含んでいるかどうかが認識できることが「測定器」としてのマスタモニターに求められる性能であるとの指摘があった。

＜余白＞

付録８　様々なテストパターンによる CRT マスタモニターのコントラスト比測定結果

A8.1　測定の目的

平面ディスプレイをマスタモニターとして使用する場合の要求条件の議論の中で、放送局において番組制作時に使用されている状態と同じに調整された CRT マスタモニターを測定し、その測定値を参考にして、黒の輝度およびコントラスト比に対する要求値を定めることになり、在京の地上波放送局 5 社（NHK、日本テレビ、TBS、フジテレビ、テレビ朝日）と WOWOW を訪問した。その際の詳細な測定方法とその結果を報告する。

A8.2　測定項目

(1) マスタモニターの画面光を測定

状態１：放送局において番組制作時に使用されている状態。（VE 調整状態）

状態２：PLUGE 信号を入力し、ブライトネス調整、コントラスト調整を行った状態。

上記の 2 つの状態において、複数のテストパターンを入力し、下記の値を測定する。ドラマ制作時を想定したサブ内の照明状態の場合と暗室にした場合の２通りで、すべての測定を行った。

① 白輝度、黒輝度

② コントラスト比（白輝度と黒輝度の比）

③ 色温度（色座標値）

(2) マスタモニターの周囲環境を測定（参考扱い）

① 表示面照度、周囲照度

② オペレータ(VE)の着座位置と視聴距離

A8.3　測定準備

① 設置条件

・測定器は校正されたものを使用する。

・モニター及び輝度計は起動 30 分後に測定を行う。

・輝度計の方向及び位置が画面に対して垂直となるように設置する。

・モニターと測定器の距離は約 50cm にする。

・輝度計(BM-5A)の設定については以下を標準状態とする。

1）測定角：2°、　2）スピード設定：SLOW、　3）積分値：100ms

・測定位置は測定項目によって、目的とするウィンドウ領域の中央部を測定する。

② 測定用入力信号

・信号形式：Rec. ITU-R BT 709-5 Part2 に規定された 1080/59.94/2:1 のデジタル信号

・信号の種類：

(1) 黒輝度調整用信号（Rec. ITU-R BT 814-1 に規定された信号、ただし有効走査線数を 1080 本に変更し、かつ中央部の白が有る信号と無い信号を準備）（図 A8.1 を参照）
(2) コントラスト比測定用信号（Rec. ITU-R BT 815-1 に規定された信号、ただし有効走査線数を 1080 本に変更したものを準備）（図 A8.2 を参照）
(3) ピーク輝度測定用信号（中央部に縦方向 1/5、横方向 1/5 の面積比 4%の 100%白の矩形と周辺部の黒(0%)からなる信号）（図 A8.3 を参照）
(4) 全白信号（全画面が 100%白の信号）
(5) 全黒信号（全画面が黒(0%)の信号）

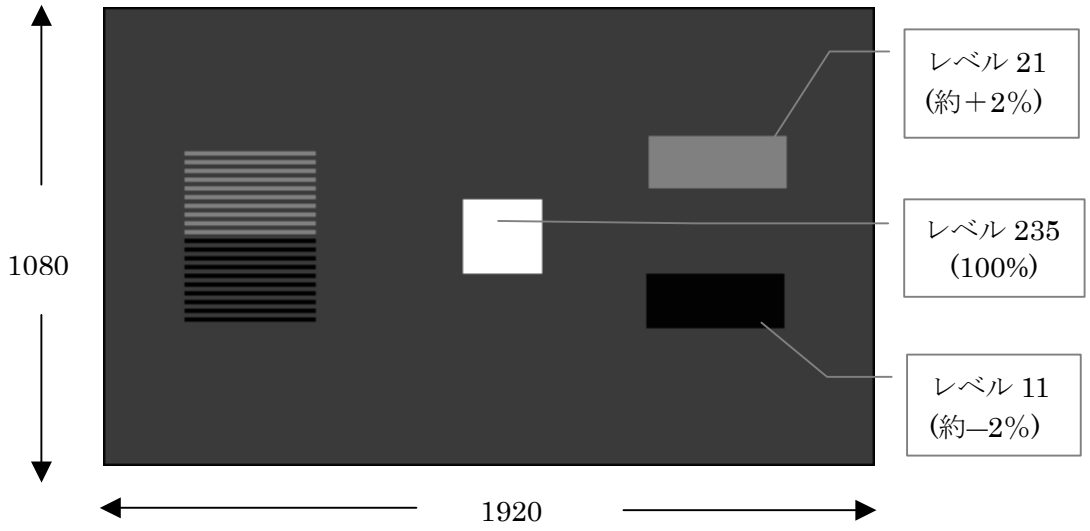


図 A8.1　黒輝度調整用信号

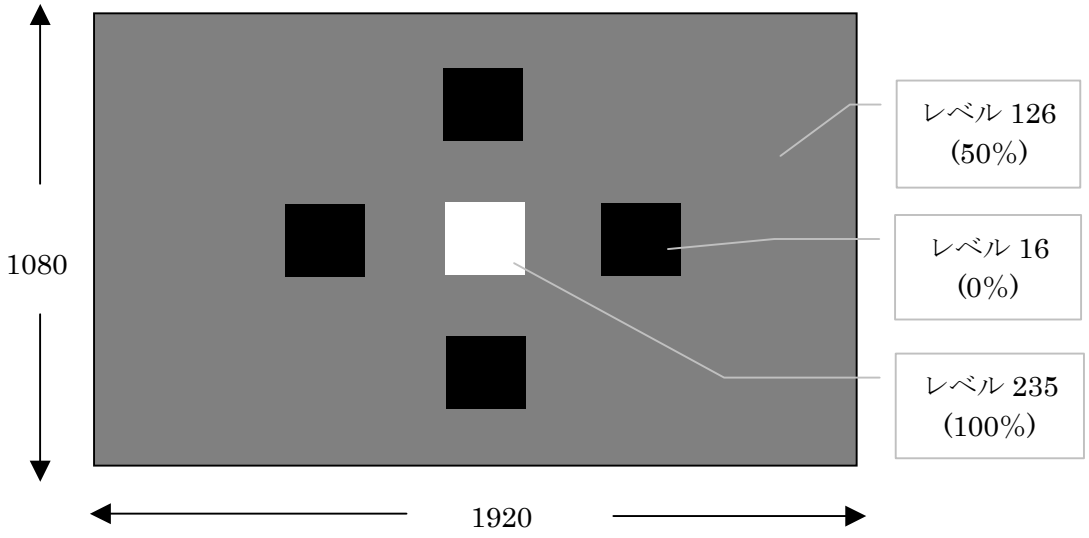


図 A8.2　コントラスト比測定用信号

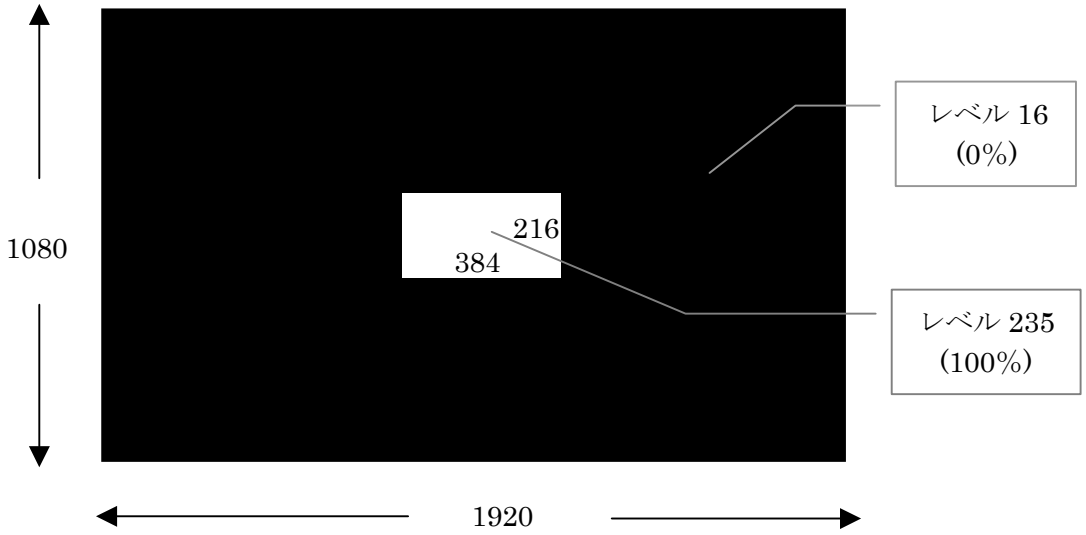


図 A8.3　ピーク輝度測定用信号

A8.4　測定方法

第 A8.2 項に記載した状態 1 と状態 2 について測定を行う。なお、測定に関わる作業者は黒い色の服装を着用。

A8.4.1　モニターの調整方法

＜状態１＞

各放送局の VE が調整した状態で測定を行うので、測定メンバーは一切調整しないが、どのような方法で調整を行っているか、VE に説明をしてもらい、記録しておく。

＜状態２＞

図 A8.1 に示した黒輝度レベル調整用信号(PLUGE 信号)と図 A8.2 に示したピーク輝度測定用信号を順次入力し、ブライトネス調整ツマミとコントラスト調整ツマミにより、ピーク輝度測定用信号の 100%白部分の輝度が 100cd/㎡になり、PLUGE 信号の－2%領域と 0%領域との輝度差は識別できないが、＋2%領域と 0%領域との差が識別できるように調整をする。（2 つの調整ツマミは相互に影響するので上記の調整を何度か繰り返す）なお、PLUGE 信号の中央の 100%白は入力信号の有無が分かり易いように設けられたものであるが、暗い部分の微妙な輝度差が見えにくくなるため、今回は中央の 100%白がない信号も準備し、その信号により黒輝度レベルの調整をした。なお、室内照明は暗室状態にして調整した。（調整後は図 A8.4 のようになった。）

図 A8.4　黒輝度レベル調整後の見え方

A8.4.2　モニター測定手順

① 状態１ですべての項目を測定した後に、状態２の測定を行う。

② コントラスト比測定用信号の 100%白部分と黒部分、ピーク輝度測定用信号の 100%白部分とコントラスト比測定用信号の黒領域に相当する黒部分、全白信号の中央付近、全黒信号でのコントラスト比測定用信号の黒領域に相当する黒部分を測定する。1 項目の測定にあたり、測定器の繰返し精度を確認するために、各々5 回ずつ繰り返して測定し、平均値を採用する。

③ コントラスト比測定用信号の黒部分、ピーク輝度測定用信号の黒部分の測定においては、中央の白領域からのフレアの影響を調べるために、中央部分をマスクした場合とマスクしない場合について測定を行う。

④ 天井等の周囲光の環境状態によってモニター画面がどの程度影響を受けるか調べるために、ドラマ制作時を想定したサブ内の照明状態および完全暗室にした状態において測定を行う。

A8.4.3　使用環境の測定

① 照度

モニターの管面中央位置で垂直面照度の測定

モニター設置位置（モニター前の手元作業位置）での水平面照度の測定

輝度計上面の水平照度の測定

② モニターの設置状態

モニターが設置されている机の高さ

モニターとオペレータ(VE)の距離

A8.4.4　主な測定器、信号発生器類

色彩輝度計　BM-5A（トプコンテクノハウス製）（低輝度測定のため高精度輝度計を選択）

TV ジェネレータ・メインフレーム　TG700（日本テクトロニクス製）

HDTV デジタル・ビデオ・ジェネレータ　HDVG7（日本テクトロニクス製）

照度計　T-10（ミノルタ製）

A8.5　測定結果

表 A8.1 に「いろいろなテストパターンを用いた CRT マスタモニターの輝度測定結果」を示す。ここで、白輝度と黒輝度の比をコントラスト比と呼ぶとすると、テストパターンにより、その値は大きく異なっていることがわかる。表 A8.1 から各状態での大まかな値を表 A8.2 に示す。

CRT では、平均信号レベル 50%のコントラスト比測定用信号の画面では 300：1 程度のコントラスト比であり、他の信号ではおおよそ 1 桁ずつ値が変わることが分かった。ブラウン管内部での乱反射と厚い表面ガラスでの屈折等により黒部分の輝度が持ち上がることに因ると思われる。

表 A8.2　各テストパターンにおいて測定されたコントラスト比（白輝度：黒輝度）

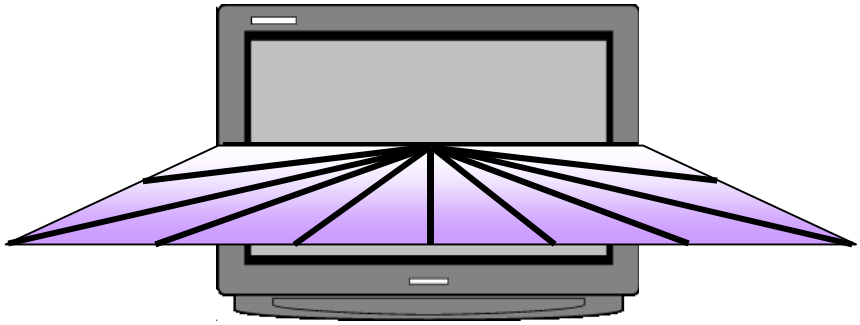
	状態１	状態２
コントラスト比測定用信号	150：1～300：1	200：1～400：1
ピーク輝度測定用信号	1500：1～2000：1	1800：1～2500：1
全白信号／全黒信号	5000：1～40000：1	40000：1～180000：1

表 A8.1　いろいろなテストパターンを用いた CRT マスタモニターの輝度測定結果

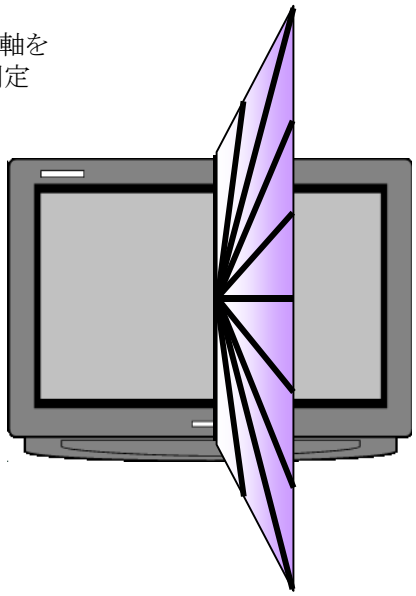
Info				信号	測定時の状態	状態1：各放送局のVEが調整を行った状態（番組制作時の状態） 色彩輝度計BM-7の設定 積分時間:100ms　測定角:黒輝度2°　白輝度1°(*0.2°) ①は中央の100％白がある状態、②はない状態で黒の輝度を測定した値						状態2：測定メンバーがPLUGE信号を使って黒を設定し、100％白をおおよそ100cd/㎡になるように調整した状態 色彩輝度計BM-7の設定 積分時間:100ms　測定角:黒輝度2°　白輝度1° ①は中央の100％白がある状態、②はない状態で黒の輝度を測定した値				
						黒輝度① [cd/㎡]	黒輝度② [cd/㎡]	白輝度 [cd/㎡]	色温度 [K]	コントラスト ①	コントラスト ②	黒輝度① [cd/㎡]	黒輝度② [cd/㎡]	白輝度 [cd/㎡]	コントラスト ①	コントラスト ②
＜フジテレビジョン＞		通常照度[lx]	暗所照度[lx]	コントラスト信号	通常	0.8903	0.8435	185.2		208	220	0.4146	0.4005	101.3	244	253
	測定器天面	1.51	0.00		暗所	0.8517	0.8232	187.5		220	228	0.3988	0.3865	101.3	254	262
マスタモニター	管面照度	0.63	0.00	ピーク輝度信号	暗所(マスク付き)	0.0885		186.0		2101		0.0545		101.3	1858	
池上通信機（HTN-2070R)	作業台照度	1.11	0.00	全黒/全白信号		0.0046		187.5	20746	41169		0.0022		101.3	47022	
＜日本テレビ放送網＞		通常照度[lx]	暗所照度[lx]	コントラスト信号	通常	0.8050	0.7881	187.9		233	238	0.4163	0.3999	102.6	247	257
	測定器天面	1.93	0.03		暗所	0.7307	0.7104	186.7		256	263	0.3281	0.3150	101.2	308	321
マスタモニター	管面照度	2.02	0.03	ピーク輝度信号	暗所(マスク付き)	0.0962		187.9		1953		0.0512		104.8	2047	
SONY（BVM-D24E1WJ)	作業台照度	4.29	0.16	全黒/全白信号		0.0082		191.5	12071	23386		0.0026		104.8	39803	
＜テレビ朝日＞		通常照度[lx]	暗所照度[lx]	コントラスト信号	通常	0.4026	0.3865	107.6		267	278	0.3593	0.3435	116.1	323	338
	測定器天面	1.16	0.09		暗所	0.3905	0.3744	108.8		279	291	0.3462	0.3311	116.1	335	351
マスタモニター	管面照度	0.54	0.05	ピーク輝度信号	暗所(マスク付き)	0.0547		98.0		1791		0.0435		105.2	2419	
シバソク（CM203H)	作業台照度	2.25	0.06	全黒/全白信号		0.0158		112.5	11157	7134		0.0025		119.7	46996	
＜日本放送協会＞		通常照度[lx]	暗所照度[lx]	コントラスト信号	通常	0.6294	0.6041	97.3		155	161	0.5961	0.5651	111.7	187	198
	測定器天面	65.00	0.03		暗所	0.5275	0.5035	97.3		184	193	0.5055	0.4828	111.7	221	231
マスタモニター　1	管面照度	1.16	0.00	ピーク輝度信号	暗所(マスク付き)	0.0574		90.1		1570		0.0471		100.9	2142	
池上通信機（HTM-2004)	作業台照度	51.80	0.02	全黒/全白信号		0.0179		100.9	11865	5634		0.0028		115.3	41385	
				コントラスト信号	通常	0.6697	0.6434	97.3		145	151	0.5728	0.5441	111.7	195	205
	測定器天面	38.40	0.02		暗所	0.5768	0.5515	97.3		169	176	0.4861	0.4608	111.7	230	242
マスタモニター　2	管面照度	1.97	0.00	ピーク輝度信号	暗所(マスク付き)	0.0821		90.1		1097		0.0436		100.9	2313	
池上通信機（HTM-2004)	作業台照度	29.70	0.01	全黒/全白信号		0.0461		104.5	10680	2268		0.0019		117.5	61145	
＜TBS＞		通常照度[lx]	暗所照度[lx]	コントラスト信号	通常	0.6267	0.5964	160.8		257	270	0.3258	0.3098	100.8	309	325
	測定器天面	1.66	0.03		暗所	0.6065	0.5796	160.8		265	277	0.3112	0.2968	100.1	322	337
マスタモニター	管面照度	0.62	0.01	ピーク輝度信号	暗所(マスク付き)	0.0759		162.0		2135		0.0402		100.8	2505	
SONY（BVM-D24E1WJ)	作業台照度	3.29	0.02	全黒/全白信号		0.0108		162.0	11008	15028		0.0008		100.8	131301	
＜WOWOW＞		通常照度[lx]	暗所照度[lx]	コントラスト信号	通常	1.0210	0.9808	252.7 *		248	258	0.4252	0.4075	111.6	262	274
	測定器天面	15.10	0.03		暗所	0.8898	0.8494	252.7 *		284	298	0.3046	0.2869	110.4	362	385
マスタモニター	管面照度	4.65	0.01	ピーク輝度信号	暗所(マスク付き)	0.1146		228.6 *		1995		0.0412		100.8	2448	
シバソク（CM203H)	作業台照度	21.41	0.01	全黒/全白信号		0.0164		171.5 *	10338	10451		0.0006		115.2	180028	

＜余白＞

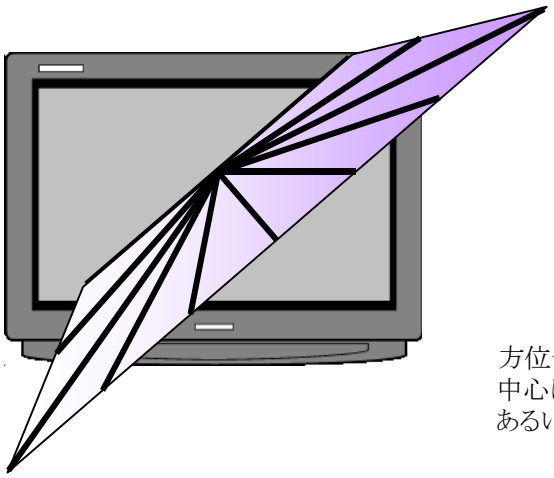
参考資料１　　測定における方位角、角度の説明図



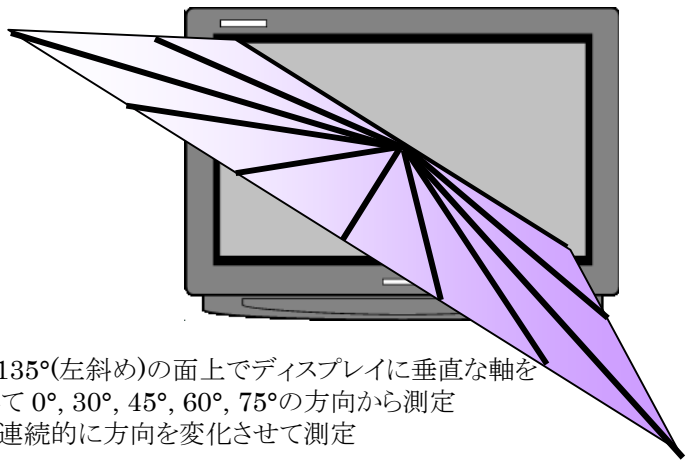
方位角 0°(水平)の面上でディスプレイに垂直な軸を
中心にして 0°, 30°, 45°, 60°, 75°の方向から測定
あるいは連続的に方向を変化させて測定



方位角　90°(垂直)の面上でディスプレイに垂直な軸を
中心にして 0°, 30°, 45°, 60°, 75°の方向から測定
あるいは連続的に方向を変化させて測定



方位角　45°(右斜め)の面上でディスプレイに垂直な軸を
中心にして 0°, 30°, 45°, 60°, 75°の方向から測定
あるいは連続的に方向を変化させて測定



方位角　135°(左斜め)の面上でディスプレイに垂直な軸を
中心にして 0°, 30°, 45°, 60°, 75°の方向から測定
あるいは連続的に方向を変化させて測定

参考資料２　　画質に関する要求条件の各項目に対する測定器例

			要求条件項目番号	1	2	4	5	6	7	8	9	11	13	16	
			測定項目	輝度	黒	ガンマ特性	階調性	色再現域	色温度	視野角	動画ボヤケ	ユニフォーミティ	スミア	画素欠陥	URL
測定器番号	測定器の種類	型名	メーカ(代理店)												
(1)	フィルタ方式輝度計	PR-1980A	プリチャード/旭光通商	○	○		(○)	△	△				○		http://www.kyokko.com/electro/type/pr1980a.html
(2)	フィルタ方式輝度計	PR-880	プリチャード/旭光通商	○	○		(○)	○	○				○		http://www.kyokko.com/electro/type/pr880.html
(3)	分光放射輝度計	PR-705/715	プリチャード/旭光通商	○	(△)遅い		(？)	○	○				○		http://www.kyokko.com/electro/type/pr705.html
(4)	フィルタ方式色彩輝度計	BM-5A(高精度)	トプコンテクノハウス	○	○		(○)	○	○				○		http://www.topcon-techno.co.jp/products/110243.html
(5)	フィルタ方式輝度計	BM-7(fast)	トプコンテクノハウス	○	○		(○)	○	○				○		http://www.topcon-techno.co.jp/products/110242.html
(6)	分光放射輝度計	SR-3	トプコンテクノハウス	○	○		(○)	○	○				○		http://www.topcon-techno.co.jp/products/110260.html
(7)	フィルタ方式輝度計	CA-1500	コニカミノルタ	○	○		(○)	○	○			○	○		http://konicaminolta.jp/products/industrial/instrument/display/ca1500/index.html
(8)	分光放射輝度計	CS-1000	コニカミノルタ	○	○		(○)	○	○				○		http://konicaminolta.jp/products/industrial/instrument/display/cs1000a/index.html
(9)	ディスプレイカラーアナライザ	CA-210	コニカミノルタ	○	○			○					○		http://konicaminolta.jp/about/release/minolta/measure/02-01-31_j.html
(10)	輝度・色ムラ解析装置	EyeScale-3W/4W	アイ・システム	○	○		(○)	○	○			○	○		http://www.imaizumi.com/product/010.html
(11)	点欠陥検査装置	点欠陥検査装置	アイ・システム											○	http://www.imaizumi.com/product/070.html
(12)	欠陥測定装置	FV-pixellence	ファースト											○	http://www.fast-corp.co.jp/jp/products/fvpixellence/fvpixellence.html
(13)	輝度・照度・色度測定システム	ProMetric 1600, 1400	サイバネットシステム	○	○			○						○	http://www.cybernet.co.jp/prometric/
(14)	液晶視野角・色度特性測定装置	Ezcontrast 120D/160D	ELDIM/長瀬産業			○				○					http://www.nagase-direct.co.jp/scantec/ezcon/ezcontrast.html
(15)	FPD視野角測定評価装置	Conoscope	MELCHERS/協真エンジニアリング			○				○					http://www.kyosin-eng.com/ja/autronic.html#conoscope
(16)	動画特性測定装置	MPRT-1000	大塚電子								○				http://www.photal.co.jp/product/mprt_1.html

参考資料３　　検討の背景と経緯

平面ディスプレイ TG は、TV 番組の制作環境（例：スタジオ、編集室、中継車など）において平面ディスプレイ（LCD、PDP 等）をマスタモニターとして使用するにあたっての要求条件を設定することを目的に 2004 年 6 月にスタジオ設備開発部会の中に設立された。これは、近年、平面ディスプレイの画質が向上してきたことによるだけでなく、CRT マスタモニターが近い将来供給されなくなるとの状況を考慮したものである。

審議開始にあたり「マスタモニターとは TV 番組制作における画質の測定器である」と理解した。すなわち、マスタモニターは美しく表示することよりも、入力信号に対して、できるだけ信号処理を行わず、１画素ずつありのままに表示することが重要であるとの考え方を基本とし、番組制作においては平面ディスプレイになっても CRT マスタモニターと同様の使用形態が継続するとの想定のもとに審議を行った。

スタジオで使用するモニターでは、マスタモニター、ピクチャモニター、素材モニターなど用途ごとに求められる画質やサイズが異なっており、現時点では CRT モニターが主流であるが、一部に省スペース化や家庭での見え方を確認する目的で、平面ディスプレイが使用されるようになってきている。平面ディスプレイは、画質、表示方式、特性などの点で CRT モニターと異なるため、画質を厳格に管理する用途でこれを使用する場合は十分な注意が必要であると ITU-R 勧告にも規定されている。

そこで本技術資料は、放送局においては、平面ディスプレイをマスタモニターとした場合でも、TV 番組を混乱なく、かつ十分な画質管理を行いながら制作できるように、また、メーカにおいてはユーザである放送局が求めている条件を把握し、平面ディスプレイによるマスタモニターの商品化を速やかに行えるようにとの要望に応えるべく、放送局と、制作機器・ディスプレイ・測定器等のメーカからの委員が協力し、熱心に調査、測定、テストを行いながら審議を続け、「平面ディスプレイ（LCD、PDP）に対するマスタモニターとしての要求条件」としてまとめたものである。

なお、審議過程において、2005 年 4 月時点での LCD の画質性能を把握することを目的として、CRT と LCD の客観測定比較試験を実施した際の結果が付録 6 に収められている。この結果報告を参照されると、個々の要求条件の意味することが具体的に分かりやすくなると思われる。

本書の作成に当たり下記の文書を引用または参考にさせていただいた。この場を借りて、謝意を申し上げたい。

「液晶ディスプレイ装置　カタログ用語集（第 3.1 版）」

社団法人 日本電子工業振興協会（現：社団法人　電子情報技術産業協会）

平面ディスプレイ（LCD、PDP）に対する
マスタモニターとしての要求条件

技 術 資 料

ARIB TR-B28 1.0版

平成18年12月　1.0版第１刷発行

発　行　所

社団法人　電　　波　　産　　業　　会
〒100-0013　東京都千代田区霞が関１－４－１
日土地ビル１１階

電　話　03-5510-8590
ＦＡＸ　03-3592-1103